

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003年9月18日 (18.09.2003)

PCT

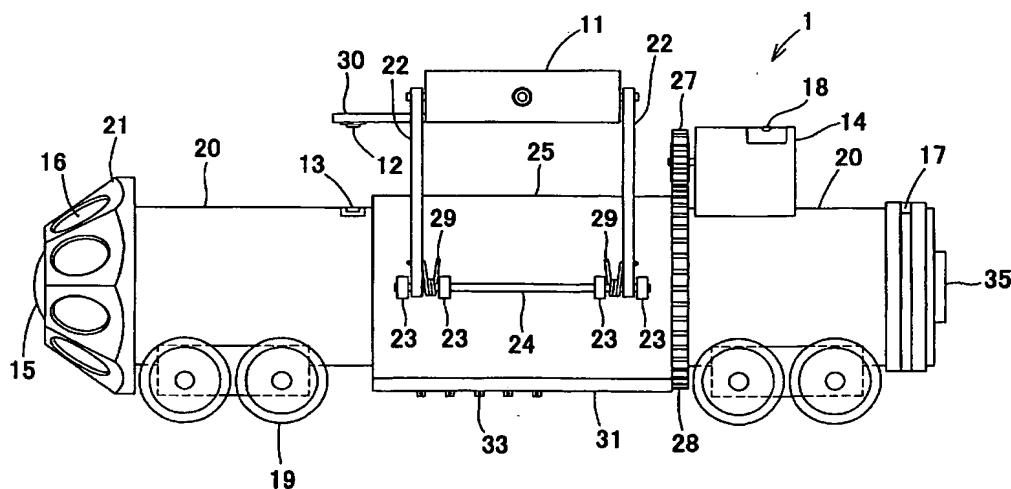
(10) 国際公開番号
WO 03/076916 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G01N 22/02 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP02/07376 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 垂水 稔
(22) 国際出願日: 2002年7月22日 (22.07.2002) (TARUMI, Minoru) [JP/JP]; 〒663-8141 兵庫県 西宮
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 柳野 隆生 (YANAGINO, Takao); 〒532-0003
(26) 国際公開の言語: 日本語 大阪府 大阪市 淀川区宮原1丁目15-5 ノスクマードビ
(30) 優先権データ: (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
特願2002-068625 2002年3月13日 (13.03.2002) JP BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
特願2002-131825 2002年5月7日 (07.05.2002) JP DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
バーナム (BURN-AM CO., LTD.) [JP/JP]; 〒660-0881 LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO,
兵庫県 尼崎市 昭和通2丁目12-8 Hyogo (JP). NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,

[続葉有]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR INSPECTING INSIDE OF UNDERGROUND PIPE LINE AND METHOD OF INSPECTING CONCRETE ON INSIDE OF UNDERGROUND PIPE LINE FOR DETERIORATION

(54) 発明の名称: 埋設管路内検査装置とその方法及び埋設管路内コンクリート劣化検査方法



(57) Abstract: An underground pipe line inside inspection device capable of searching for hollows on the outside of the underground pipe line not only in the upper direction but also in both side directions and lower direction, i.e., over all inner peripheral surfaces of the underground pipe line allowing the detail image of the inner peripheral surface of the underground pipe line to be provided without using a complicated mechanism, and capable of displaying the conditions of cracks and irregularities on the inner peripheral surface of the underground pipe line by a three-dimensional inner space displacement image, comprising a pipe line inside self-running vehicle and a ground control device, the pipe line inside self-running vehicle further comprising a radar antenna, a camera with fisheye lens, a gyro, a laser sensor, and an infrared encoder.

(57) 要約: 埋設管の上部方向のみならず、両側部方向や下部方向等、埋設管の全内周面にわたってその外側の空洞探索が可能であり、また、複雑な機構を用いずに詳細な管路内周面の画像が得られ、さらに、埋設管の内周面の亀裂や凹凸の様子を3次元の内空変位画像で表示可能な、埋設管路内検査装置を提供することを目的とするも

[続葉有]



TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA,
ZM, ZW.

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

埋設管路内検査装置とその方法及び埋設管路内コンクリート劣化検査方法

5 技術分野

この発明は、地中に埋設された埋設管の埋設管路内検査装置とその方法、及び、コンクリート製の埋設管の埋設管路内コンクリート劣化検査方法に関するものである。

10 背景技術

下水道等を使用されている地中に埋設された埋設管は、埋設の際に生じる埋設管の周囲地中内の空洞や、埋設後の埋設管の亀裂や破損により、道路の陥没事故や汚水の漏洩等の環境問題を引き起こす恐れがあり、これらを未然に防止するため、埋設管路の状態を検査する必要がある。そこで、これらの検査に用いるための装置が考案され使用されている。埋設管の周囲地中内に存在する空洞を、埋設管の管路内部から調べる装置としては、特開平10-2969号に記載されているレーダを搭載した管路内自走車を用いた空洞探査装置がある。また、埋設後の埋設管の亀裂や破損等を埋設管の管路内部から調べる装置としては、カメラを搭載した管路内自走車を用いた管路内周面撮影装置が使用されている。

20 しかしながら、上記の空洞探査装置では、レーダによる探索は、埋設管の上部方向のみであり、埋設管の両側部方向や下部方向の探索は対象外である。しかし、埋設管の上部方向のみの探索では道路の陥没事故防止に対して十分ではなく、埋設管の両側部方向や下部方向の探索も必要である。また、管路内周面撮影装置では、通常のカメラを前方に向けて固定するか、内周面に沿って回動させるもの
25 であるが、固定の場合は、詳細な画像を得るのに問題があり、回動させる場合は機構が複雑になる。また、管路内周面の亀裂や凹凸の様子を3次元の内空変位画像で表示するようにした装置は、見当たらない。

また、コンクリート製の下水道管では、下水に含まれる硫化水素がイオウ酸化菌によって硫酸に変化し、この硫酸がコンクリートに含まれているセメント成分

と反応して二水石膏に変化し、コンクリートが脆弱化する現象が生じている。この脆弱化した部分は、除去する必要があるが、そのためには、下水道管の内周面のコンクリートを試料として採取して分析する必要があり、手間と費用のほか10日前後の分析期間が必要である。

- 5 また、管路内自走車を用いた空洞探査装置は、そのサイズが大きいため、地表から下水道本管に接続される取付管のような直径の小さい埋設管の検査には、このような管路内自走車を用いた大型の空洞探査装置を使用するのは困難である。

- 10 そこで、この発明は、これらの問題点を解決するためになされたものであって、埋設管の上部方向のみならず、両側部方向や下部方向等、埋設管の全内周面にわたってその外側の空洞探索が可能であり、また、複雑な機構を用いずに詳細な管路内周面の画像が得られ、さらに、埋設管の内周面の亀裂や凹凸の様子を3次元の内空変位画像で表示可能な、埋設管路内検査装置を提供しようとするものである。また、コンクリート製の下水道管の内部のコンクリートの劣化の有無を、容易に判定可能な埋設管路内検査装置及びその方法を提供しようとするものである。
- 15 また、地表から下水道本管に接続される、取付管のような直径の小さい埋設管の検査に使用することが可能な埋設管路内検査装置及びそれを用いた検査方法についても提案しようとするものである。

発明の開示

- 20 本発明の第1の埋設管路内検査装置は、埋設管の周囲地中内に存在する空洞を探査するレーダ用のアンテナを備えて埋設管の管路内を走行する管路内自走車と、この管路内自走車の走行の制御及びレーダの信号処理を行なう地上制御装置とで構成され、アンテナを埋設管の内周面に沿って回動させると共に、アンテナが内周面に沿うようにアンテナの位置を変更可能なアンテナ回動機構を、管路内自走車に備えたことを特徴とする。この第1の埋設管路内検査装置によれば、埋設管の周囲地中内に存在する空洞探査用のレーダのアンテナの位置が、測定に最適となるように埋設管の内径に合わせて変更可能であり、内径の異なる埋設管の検査に対応できる。また、アンテナが埋設管の内周面に沿って回動するので、埋設管の上部方向のみならず、両側部方向や下部方向等、埋設管の全内周面に渡って
- 25

その外側方向の空洞探索が可能となる。

第2の埋設管路内検査装置として、上記の埋設管路内検査装置において、埋設管の内径に合わせて、アンテナの回動の中心が埋設管の内径の中心に一致するように、アンテナ回動機構の埋設管の管路内における上下方向の位置を変更可能な高さ調整機構を、管路内自走車に備えさせるようにしてもよい。この第2の埋設管路内検査装置によれば、アンテナの回動の中心が埋設管の内径の中心に一致するので、埋設管の全内周面に渡って、均質な空洞探索が可能となる。

第3の埋設管路内検査装置として、上記の埋設管路内検査装置において、管路内自走車にアンテナの位置を検出するアンテナ位置検出手段を備えると共に、地上制御装置でレーダの信号を解析して、管路内自走車の走行方向と直角の複数方向の埋設管の周囲地中のレーダ画像を、各方向毎の2次元のレーダ画像として作成するとともに、リアルタイムで表示させるようにしてもよい。

ここで、2次元のレーダ画像とは、横軸を管路内自走車の走行方向、即ち、埋設管の軸方向の距離、縦軸を埋設管路の内周面からの外向方向の距離として、レーダ信号を解析して図形化したものである。この第3の埋設管路内検査装置によれば、管路内自走車の走行方向と直角の複数方向、即ち、埋設管の内周面から外側に向かって複数の方向の2次元のレーダ画像を作成することができる。また、管路内自走車にアンテナの位置を検出するアンテナ位置検出手段を備えているので、埋設管の周囲地中内の空洞探索の実際の探索方向と、レーダの信号を解析して得られる2次元のレーダ画像を正確に対応付けることができ、空洞探索を正確に行なうことができる。

上記の埋設管路内検査装置では、埋設管の周囲の地中内に存在する空洞を探索するため、アンテナを埋設管の管路内の内周面に沿って回動させているが、管路内の天井の上方の地中内のみを空洞探索の対象とするだけでよい場合もある。この場合の第4の埋設管路内検査装置として、埋設管の周囲の少なくとも一部の地中内に存在する空洞を探索するレーダを備えた埋設管路内検査装置であって、レーダ用のアンテナを備えて埋設管の管路内を走行する管路内自走車と、この管路内自走車の走行の制御及びレーダの信号処理を行なう地上制御装置とで構成されてなり、管路内自走車が、この管路内自走車の上方に位置するアンテナを、埋設

管の管路内の天井の高さに合わせて昇降可能に支持する平行リンク機構を備えるようにする。上記の第4の埋設管路内検査装置によれば、アンテナを埋設管の管路内の内周面に沿って回動させるのに比べて機構を簡素化することができる。

5 第5の埋設管路内検査装置として、上記の埋設管路内検査装置において、平行リンク機構の各リンク片を伸縮自在の可変長として、アンテナの上面を天井の形状に沿うように、前後に傾斜可能となるようにしてもよい。上記の第5の埋設管路内検査装置によれば、アンテナの上面を天井の形状に沿わせることができ、検査の精度を向上させることができる。

10 第6の埋設管路内検査装置として、上記の埋設管路内検査装置において、管路内自走車に、走行方向の前方の埋設管路の内周面を撮影する魚眼レンズカメラを備えるととともに、この魚眼レンズカメラの捕らえた映像から、地上制御装置で展開画像を作成するとともにリアルタイムで表示させるようにしてもよい。ここで、展開画像とは、魚眼レンズカメラで捉えた埋設管路内周面の映像を変換して作成した、横軸を管路内自走車の走行方向、即ち、埋設管の軸方向距離、縦軸を埋
15 設管路の内周とした埋設管の内周面の詳細な平面画像である。この第6の埋設管路内検査装置によれば、埋設管路の内周面を撮影する固定された魚眼レンズカメラを備えており、且つ、この魚眼レンズカメラの捕らえた映像から、展開画像が作成されるので、カメラを回動させるという複雑な機構を用いずに、詳細な埋設管の内周面の展開画像を得ることができ、埋設管の亀裂や破損等を検出すること
20 ができる。

第7の埋設管路内検査装置として、上記の埋設管路内検査装置において、管路内自走車に、水平方向に対する管路内自走車の走行方向の傾きを測定するジャイロと、埋設管の内空変位を内周面の全周に渡って測定するために、埋設管の内周面に沿って回動するレーザーセンサとを備えると共に、ジャイロの信号とレーザー
25 センサの信号とを地上制御装置で解析して、3次元の内空変位画像を作成するとともにリアルタイムで表示させるようにしてもよい。ここで、内空変位とは、埋設管の内周の形状を言い、3次元の内空変位画像とは、X軸を管路内自走車の走行方向、即ち、埋設管の軸方向距離とし、Y軸を埋設管の内周が形成する円の水平方向、Z軸をこの円の垂直方向とし、X軸、Y軸及びZ軸を平面上に描くと

共に、埋設管の軸方向に沿って間歇的に埋設管の内周の形状を、ジャイロの信号解析から得られた埋設管路の傾きを反映させつつ、この平面上に描いたものである。この第7の埋設管路内検査装置によれば、埋設管路の傾きや管路内周面の亀裂、凹凸の様子等を3次元の内空変位画像で表示することができ、埋設管の内部
5 の変形や亀裂、破損等を検出することができる。

第8の埋設管路内検査装置として、上記の埋設管路内検査装置において、地上制御装置で、同一観測地点のレーダ画像と展開画像とを対応付けし、あるいは、内空変位画像が存在する場合は、同一観測地点のレーダ画像と、展開画像及び内空変位画像とを対応付けるようにしてもよい。この第8の埋設管路内検査装置によれば、同一観測地点のレーダ画像と展開画像とを対応付け、あるいは、内空変位画像が存在する場合は、レーダ画像と、展開画像及び内空変位画像とを対応付けることができるので、展開画像上または内空変位画像上の特定の画像の位置とレーダ画像の空洞の存在位置とを対応付けすることにより、空洞の存在位置を確実に決定することができる。あるいは、展開画像と内空変位画像との対応付けに
10 より、埋設管の内部の変形や亀裂、破損等の存在位置を確実に決定することができる。

第9の埋設管路内検査装置として、上記の各埋設管路内検査装置において、管路内自走車に、その移動距離を測定する赤外線エンコーダを備えさせるようにしてもよい。この第9の埋設管路内検査装置によれば、埋設管路の検査開始地点からの検査位置までの距離を正確に測定でき、この距離と上述の各画像とを対応付けることにより、検査開始地点から空洞や埋設管の変形、亀裂、破損等の存在位置までの距離から、これらの空洞や埋設管の変形、亀裂、破損等の存在位置を、
20 確実に決定することができる。

次に、コンクリート製の下水道管の内部のコンクリートの劣化の有無を判定する第10の埋設管路内検査装置について説明する。この第10の埋設管路内検査装置は、管路内自走車に走行方向の前方の埋設管路の内周面を撮影する魚眼レンズカメラを備えると共に、この魚眼レンズカメラの捕らえた映像から、地上制御装置で展開画像を作成するとともにリアルタイムで表示する埋設管路内検査装置であって、管路内自走車の走行時に、埋設管路におけるコンクリートの内周面に
25

対して、コンクリート劣化の有無に応じて、付着面が異なる色に発色するコンクリート劣化診断試薬を散布する散布手段を、管路内自走車に備えた埋設管路内検査装置である。この第 10 の埋設管路内検査装置によれば、例えば、埋設管路におけるコンクリートの内周面に対して、コンクリート劣化の有無に応じて付着面が異なる色に発色するコンクリート劣化診断試薬を管路内自走車の前進走行時に散布し、その結果を管路内自走車の後退走行時に魚眼レンズカメラで撮影することができるので、この撮影した画像により、埋設管路におけるコンクリートの劣化の有無を判定することができる。

上記の埋設管路内検査装置において、埋設管路が下水道等の場合、下水に含まれる硫化水素がイオウ酸化菌により硫酸となりこの硫酸によるコンクリートの劣化が生じやすいので、第 11 の埋設管路内検査装置に用いるコンクリート劣化診断試薬として、硫酸による劣化の有無を判定する試薬を用いることが推奨される。

上記の埋設管路内検査装置において、埋設管路内検査と同時に硫化水素等の有毒ガスの有無を検査するために、第 12 の埋設管路内検査装置として、硫化水素等の有毒ガス検知センサを備えるようにしてもよい。

また、第 13 の埋設管路内検査装置として、上記の埋設管路内検査装置に、上述したような、ジャイロやレーザーセンサ、或はレーダ画像と展開画像との対応付け機能を備えるようにしてもよい。即ち、上記の埋設管路内検査装置に、水平方向に対する管路内自走車の走行方向の傾きを測定するジャイロと、埋設管の内空変位を内周面の全周に渡って測定するため、埋設管の内周面に沿って回転するレーザーセンサとを備えると共に、ジャイロの信号とレーザーセンサの信号とを地上制御装置で解析して、3次元の内空変位画像を作成するとともにリアルタイムで表示するようにする。

或は、第 14 の埋設管路内検査装置として、上記の埋設管路内検査装置の地上制御装置で、同一観測地点のレーダ画像と展開画像とを対応付けし、あるいは、内空変位画像が存在する場合は、同一観測地点のレーダ画像と、展開画像及び内空変位画像とを対応付けするようにする。

或は、第 15 の埋設管路内検査装置として、上記の埋設管路内検査装置に、そ

の移動距離を測定する赤外線エンコーダを供えるようにする。

また、コンクリート劣化診断試薬を散布する散布手段を備えた上記の埋設管路内検査装置を用いる埋設管路内コンクリート劣化検査方法は、次のような方法である。即ち、管路内自走車の走行時に、散布手段が埋設管路におけるコンクリートの内周面に対して、コンクリート劣化の有無に応じて付着面が異なる色に発色するコンクリート劣化診断試薬を散布し、この散布後に、魚眼レンズカメラが、埋設管路の内周面を撮影し、撮影した映像から、地上制御装置が、展開画像を作成するとともに、この展開画像からコンクリートの内周面の劣化の有無を判断して、リアルタイムで表示する埋設管路内コンクリート劣化検査方法である。

- 5 10 次に、地表から下水道本管に接続される取付管のような直径の小さい埋設管の検査に使用することが可能な第16の埋設管路内検査装置について説明する。この第16の埋設管路内検査装置は、検査対象の埋設管の管路内へ挿入するレーダ等を搭載する部分の小型化を図って、直径の小さい取付管にも挿入が可能となるようにするとともに、レーダを搭載する部分とこの部分に接続したケーブルとの
- 15 一体性を持たせて、地上でケーブルをその軸を中心にまわすことで、レーダを搭載する部分が取付管の管路内で回転するようにして、取付管の全周に渡って検査できるようにしたものである。

- 具体的には、この第16の埋設管路内検査装置は、探査部と、地上制御部、及び、ケーブルとで構成される。探査部は、埋設管の管路内に挿入される円筒状の
- 20 胴体を有しており、その胴体の内部に、埋設管の周囲地中内に存在する空洞を探査するレーダを、その電波が胴体の外周面から埋設管の内周面に向かって一方向に放射されるようにして備えている。地上制御部は、レーダの信号処理を行なう。また、ケーブルは、可撓性を有するフレキシブルチューブで被覆されており、その基端が地上制御部に接続され、その他端が探査部の後端にこの探査部と同軸
- 25 状に結合されており、地上において、フレキシブルチューブを押したり引いたりすることにより、探査部が埋設管の管路内を前進したり後退したりするとともに、地上において、フレキシブルチューブの軸を中心に回転させると、この回転がこのフレキシブルチューブを介して探査部に伝わり、探査部がその軸を中心に、埋設管の管路内で回転するようになっている。この埋設管路内検査装置は、この

ような特徴を有している。

第 17 の埋設管路内検査装置として、上記の埋設管路内検査装置において、探査部の外周面上に、探査部の前進時や後退時、或は、その軸を中心にした回転時の、探査部と内周面との接触を滑らかにするサポータを備えることが好ましい。

5 第 18 の埋設管路内検査装置として、上記のサポータを、その頂部が埋設管の内周面に接するように、埋設管の内径の変化に合わせて外周面からの上記サポータの突出量が変化するようにしてもよい。

また、第 19 の埋設管路内検査装置として、上記の埋設管路内検査装置において、ケーブルの基端を、このケーブルを巻き取るケーブル巻取部を介して地上制御部に接続するとともに、ケーブルを被覆しているフレキシブルチューブを、その軸を中心にして回転させるような回転機構を、ケーブル巻取部に備えるようにしてもよい。

15 また、第 20 の埋設管路内検査装置として、上記の埋設管路内検査装置において、探査部がその軸を中心にして回転したときの、その回転軸方向と回転角度とを測定するジャイロを、探査部に備えるようにしてもよい。

また、第 21 の埋設管路内検査装置として、上記の埋設管路内検査装置において、探査部を埋設管の管路内に挿入する間に、ケーブルの挿入方向への繰り出し長さを地上で測定するエンコーダを備えることが好ましい。

20 また、第 22 の埋設管路内検査装置として、上記の埋設管路内検査装置において、探査部の前端に、埋設管の管路内の挿入方向の前方の内周面を撮影する魚眼レンズカメラを備えるとともに、この魚眼レンズカメラの捕えた映像から、地上制御部で展開画像を作成するとともに、リアルタイムでこれを表示するようにしてもよい。ここで、展開画像とは、上述したように、魚眼レンズカメラで捉えた埋設管路内周面の映像を変換して作成した、横軸を探査部の前進方向の距離、縦軸を埋設管路の内周とした埋設管の内周面の詳細な平面画像である。

25 また、上記の埋設管路内検査装置を用いた埋設管の管路内検査方法は次のような方法である。即ち、ケーブルを、挿入方向へ繰り出した長さによって、探査部が埋設管の管路内を移動した距離を求めて、探査部の管路内における存在位置を把握するとともに、ケーブルを被覆しているフレキシブルチューブをその軸を中

心に回転させることによって、探査部を埋設管の管路内で回転させて、埋設管の全周に渡ってその周囲地中内に存在する空洞を探査する方法である。

図面の簡単な説明

- 5 第1図は、第1実施例の埋設管路内検査装置の構成図である。
- 第2図は、第1実施例の管路内自走車の側面図である。
- 第3図（a）は、第1実施例の管路内自走車を太い埋設管に挿入した場合の正面図、（b）は、管路内自走車を細い埋設管に挿入した場合の正面図である。
- 10 第4図は、第1実施例の管路内自走車のレーダ用アンテナの回動機構部分の側面図である。
- 第5図（a）は、第1実施例の管路内自走車のレーダ用アンテナの回動機構部分の斜視図、（b）は（a）の一部を示した斜視図である。
- 第6図は、第1実施例の地上制御装置のプリンタの出力の例の説明図であり、（a）は、魚眼レンズカメラの映像を基にした展開画像を示した図、（b）（c）（d）および（e）は、レーダの信号を解析した2次元のレーダ画像を示した図で、管路内自走車の進行方向に向かって、それぞれ、真上、真下、右横及び左横の図であり、（f）はレーザージャイロの信号とレーザースensaの信号の解析による内空変位画像を示した図である。
- 15 第7図は、第1実施例の地上制御装置のディスプレイの表示例の説明図である。
- 20 。
- 第8図は、第2実施例の管路内自走車の側面図である。
- 第9図は、第3実施例の管路内自走車の側面図である。
- 第10図は、第3実施例の管路内自走車を埋設管に挿入した場合の正面図である。
- 25 第11図は、第3実施例の管路内自走車におけるアンテナ昇降用平行リンク機構の斜視図である。
- 第12図は、第3実施例のアンテナ昇降用平行リンク機構の作動状態の説明図で、（a）は、通常の場合を、（b）は、埋設管の管路内の天井の形状に沿うようにアンテナの上面を前後に傾斜させる場合を示している。

第13図は、第3実施例のアンテナ昇降用平行リンク機構の他の例を示した斜視図である。

第14図は、第4実施例の埋設管路内検査装置の使用状態を示した図である。

第15図は、第4実施例の埋設管路内検査装置の探査部の断面図である。

5 第16図は、第4実施例の埋設管路内検査装置の探査部の外観図である。

第17図は、第4実施例の埋設管路内検査装置のケーブル巻取部の外観図である。

10 第18図(a)は、第4実施例の埋設管路内検査装置における魚眼レンズカメラの映像を基にした展開画像を示した図、(b)(c)(d)および(e)は、レーダの信号を解析した2次元のレーダ画像を示した図で、探査部の進行方向に向かって、それぞれ、真上、真下、右横及び左横の図である。

第19図は、第4実施例の埋設管路内検査装置の探査部のサポータの他の例の断面図である。

15 発明を実施するための最良の形態

次に本発明の実施例につき、図面に基づき詳しく説明する。第1図は、第1実施例の埋設管路内検査装置の構成図である。第1図において、第1実施例の埋設管路内検査装置は、管路内自走車1と地上制御装置2とで構成される。この埋設管路内検査装置は、管路内自走車1を地中6に埋設された埋設管の埋設管路5の中に、マンホール7から挿入し、埋設管路5の検査や、埋設管の周囲地中内に存在する空洞8の探査を行なうのに使用される。地上制御装置2は地上制御装置搭載車4に搭載され、管路内自走車1とケーブル3で接続されており、管路内自走車1の走行を制御するとともに、管路内自走車1から発信される各種信号を受信して処理した上で、画像情報としてプリンタに出力したりディスプレイに表示したりする。そして、これらの画像情報を基に、埋設管路5の検査や、埋設管の周囲地中内に存在する空洞の探査が行なわれる。

次に、管路内自走車1の構成について説明する。第2図は、管路内自走車の側面図、第3図(a)は、管路内自走車1を太い埋設管9に挿入した場合の正面図、第3図(b)は、管路内自走車1を細い埋設管9に挿入した場合の正面図であ

る。管路内自走車 1 は主な装備として、管路内自走車 1 の円柱状の本体ケーシング 20 に取り付けられた車輪 19、地上制御装置 2 からの制御により車輪 19 を駆動するモータ（図示無し）、埋設管 9 の周囲地中内の空洞 8 の探査を行なうため本体ケーシング 20 の周りを回動するレーダ用アンテナ 11、埋設管の亀裂や
5 破損等を検出するため本体ケーシング 20 の先頭に設けられた魚眼レンズ 15 を備えて本体ケーシング 20 に内蔵されたカメラ（図示無し）、魚眼レンズ 15 を囲むように本体ケーシング 20 の先頭に設けられた魚眼レンズカメラ用照明ランプ 16、本体ケーシング 20 内に設けられ、水平方向に対する埋設管路の軸方向の傾きを測定するために、管路内自走車 1 の走行方向の傾きを測定するレーザー
10 ジャイロ（図示無し）、管路内自走車 1 の最後尾に設けられ埋設管の内空変異量を測定するレーザーセンサ 17、及び、管路内自走車 1 の走行距離を測定する赤外線エンコーダ 18 を備えている。

次に、管路内自走車 1 に備えられたレーダ用アンテナ 11 について説明する。レーダ用アンテナ 11 は前述したように、本体ケーシング 20 の周りを回動する
15 が、第 4 図はその機構部分の側面図、第 5 図（a）はその斜視図、第 5 図（b）は第 5 図（a）の一部を示す。円柱状の本体ケーシング 20 のまわりに設けられたインナースリーブ 26 の周りを、スリップして回転するアウトースリーブ 25 の表面に設けられたアンテナ支持アーム固定片 23 に、基端にレーダ用アンテナ 11 を保持した C 字形の 2 本のアンテナ支持アーム 22 の他端が、アンテナ支持
20 アーム固定ロッド 24 を用いて固定されている。アウトースリーブ 25 のリング状の側面には、アンテナ回動用モータ 14 と直結されたアンテナ回動用モータ歯車 27 と噛み合っているリング状の歯車であるアウトースリーブ回転用歯車 28 が設けられ、アンテナ回動用モータ 14 の回転により、アウトースリーブ 25 がインナースリーブ 26 の周りを回転することにより、レーダ用アンテナ 11 がイ
25 ンナースリーブ 26 の周り、即ち、本体ケーシング 20 の周りを回動する。

埋設管 9 の周囲地中内の空洞 8 の探査を行なうために、レーダ用アンテナ 11 を埋設管 9 の内周面に沿って回動させる場合、回動の中心が埋設管 9 の内周の中心にあること望ましく、そのため、本体ケーシング 20 の埋設管路 5 内における上下方向の位置を調整する必要がある。この実施例では、第 3 図（a）、及び（

b) から分かるように、この調整を、本体ケーシング 20 に取り付けられた車輪 19 の車輪間の距離を調整することにより行なっている。しかし、調整方法としてはこの方法に限られず、複数の異なる直径の車輪を交換することにより行なう方法や、直径の小さい車輪の外側に直径の大きい車輪を嵌め込む方法、あるいは、車輪と本体ケーシングとを分離して、この間に高さを調節する機構を設ける等の方法等でもよい。

尚、この実施例では、車輪 19 として外側にすばんだ円錐台形の車輪を使用することにより、管路内自走車 1 の走行の安定を図ると共に、管路内自走車 1 内にレーザージャイロ（図示無し）を搭載し、管路内自走車 1 の姿勢が進行方向に対して左右に水平となるようにしている。

また、埋設管 9 の周囲地中内の空洞 8 の探査を行なうために、レーダ用アンテナ 11 を埋設管 9 の内周面にできるだけ接近させるのが望ましく、そのため、この実施例では、第 3 図（a）、及び（b）から分かるように、この調整を、アンテナ支持アーム 22 をアンテナ支持アーム固定片 23 に固定しているアンテナ支持アーム固定ロッド 24 を軸に、このアンテナ支持アーム 22 をアウタースリーブ 25、即ち本体ケーシング 20 に接近させたり遠ざけたりして行っている。しかし、この方法に限られず、本体ケーシング 20 とレーダ用アンテナ 11 との距離を調整できる方法であれば、いかなる方法でもよい。

また、この実施例では、レーダ用アンテナ 11 の回動の中心が埋設管 9 の内周の中心となるようにしているが、必ずしもこのようにする必要はない。例えば、回動の中心が埋設管 9 の内周の中心とずれていても、本体ケーシング 20 とレーダ用アンテナ 11 との距離が、埋設管 9 の内周に沿って自動的に最適となるような機構を用いる方法も考えられる。

尚、この実施例では、レーダ用アンテナ 11 が埋設管 9 の内周面に接しながら回動するように、第 4 図に示すキックバネ 29 を用いてレーダ用アンテナ 11 を埋設管 9 の内周面に押し付けるようにしている。

また、レーダ用アンテナ 11 の電波が、埋設管 9 の内周のどの位置に対して発射されているか、即ち、埋設管 9 の内周のどの位置の外部方向の空洞探索を行なっているのかを正確に知る必要がある。そこで、レーダ用アンテナ 11 から前方

方向に突出したレーダ位置検知センサ取付片30の先端部下面に、投光器と反射光受光器とからなるレーダ位置検知センサ12を備え、このレーダ位置検知センサ12が対面する本体ケーシング20の表面の頂部に、レーダ位置頂点マーク13を設け、レーダ位置検知センサ12がこのレーダ位置頂点表示マーク13を検知することで、レーダ用アンテナ11が埋設管9の内周の頂点に存在していることを検知している。また、埋設管9の内周の頂点以外におけるレーダ用アンテナ11の位置検知用として、本体ケーシング20の内部に、レーダ用アンテナ11と一体で回転するアウトースリーブ25に連動した位置検知用ロータリーエンコーダ（図示無し）を備えている。そして、埋設管9の内径に基づき定まる上述したレーダ用アンテナ11の最適位置を保持するために、アンテナ支持アーム22とアウトースリーブ25との取り付け角度を一旦固定すると、位置検知用ロータリーエンコーダの基準位置とレーダ位置頂点表示マーク13の検知位置との関係が一義的に定まるので、この位置検知用ロータリーエンコーダの出力信号を基に、レーダ用アンテナ11の埋設管9の内周における位置を演算により求めることができる。

また、アンテナ回動用モータ14の上部に、赤外線エンコーダ18が設けられており、管路内自走車1が移動中に、この赤外線エンコーダ18から、埋設管9の内周面に対して赤外線が発射され、その反射光を観測して管路内自走車1の検査開始地点からの移動距離を求めている。

また、回動するレーダ用アンテナ11から出力される信号を、地上制御装置2へ送信する必要がある。そこで、インナースリーブ26の表面にスリップリングを設け、このスリップリングと接触するようにカーボンでなるブラシ33をアウトースリーブ25に設けられたブラシ取付部31のブラシ嵌着穴32に嵌着する。そして、レーダ用アンテナ11から出力される信号の線をこのブラシ33に接続する。また、インナースリーブ26の表面のスリップリングと導通している信号線が、接続ケーブル用コネクタ35を介して地上制御装置2と接続されている。第1実施例ではこのような機構を用いて、回動するレーダ用アンテナ11から出力される信号を取り出している。

地上制御装置2は、回動するレーダ用アンテナ11から出力される信号を受信

して解析し、横軸を管路内自走車の走行方向、即ち、埋設管の軸方向の距離、縦軸を埋設管路の内周面からの外向方向の距離として、2次元のレーダ画像を作成してプリンタに出力する。第1実施例では、埋設管9の内周上において、管路内自走車1の進行方向に向かって、真上、真下、右横及び左横の4箇所の内周面からの外向方向の2次元のレーダ画像を作成している。それぞれのプリンタの出力例を、第6図の(b)から(e)に示す。この例では、赤外線エンコーダ18により計測される、検査開始地点から1m刻みで4m分の画像を示している。また、これらの画像を、第7図に示すように、リアルタイムで地上制御装置2のディスプレイに表示することもできる。これらの画像を目視で観察することにより、
5 空洞探索を行なうことができる。

次に、管路内自走車1に備えられた魚眼レンズ15を用いたカメラについて説明する。前述の通り、円柱状の本体ケーシング20先頭に取り付けられた魚眼レンズ15を備えたCCDカメラが、本体ケーシング20に内蔵されている。そして、この魚眼レンズの周りには、8角錐台形状のカメラ用照明ランプ取付部21
15 が取り付けられており、この8角錐台の8個の斜面には、魚眼レンズカメラ用照明ランプ16が埋め込まれている。管路内自走車1が埋設管路5内を移動しながら、この魚眼レンズカメラ用照明ランプ16で埋設管9の内周面を照らし、この内周面を魚眼レンズカメラで撮影するとともに、その信号が接続ケーブル用コネクタ35を介して地上制御装置2へ送信される。魚眼レンズを介して撮影された
20 CCDカメラの映像は極端にひずんだ円形の画像であるが、これを地上制御装置2で展開画像に変換してプリンタに出力する。ここで、展開画像とは、横軸を管路内自走車の走行方向、即ち、埋設管の軸方向距離、縦軸を埋設管路の内周とした詳細な平面画像である。プリンタに出力されたこの画像の例を、第6図の(a)に示す。また、これらの画像を、第7図に示す様に、リアルタイムで地上制御
25 装置2のディスプレイに表示することもできる。この画像は、埋設管9の内周面の画像であり、この画像を目視で観察することにより、埋設管の亀裂や破損等を検出することができる。

次に、管路内自走車1に備えられた、水平方向に対する埋設管路5の軸方向の傾きを測定するために、管路内自走車1の傾きを測定するレーザージャイロ(図

示無し)と、埋設管9の内空変異を測定するレーザーセンサ17とについて説明する。レーザージャイロは、レーザーを用いたジャイロで本体ケーシング20内に設けられ、管路内自走車1の走行方向の傾きを検出することができるが、管路内自走車1の走行方向の傾きは埋設管路5の軸方向の傾きにより生じるので、この埋設管路5の軸方向の傾きを検出することができる。また、このレーザーセンサ17は、円柱状の本体ケーシング20の後端に設けられ、本体ケーシング20の表面に取り付けられたリング状のガイドに沿って、本体ケーシング20の回りを回動するレーザー発射器と、この発射されたレーザーの埋設管9の内周面からの反射波を捉える受光器とで構成されている。これらのレーザージャイロの信号とレーザーセンサ17の信号とは、接続ケーブル用コネクタ35を介して地上制御装置2へ送信され、この地上制御装置2で解析して、3次元の内空変位画像を作成してプリンタに出力する。ここで、内空変位とは、埋設管の内周の形状を言い、3次元の内空変位画像とは、X軸を管路内自走車の走行方向、即ち、埋設管の軸方向距離とし、Y軸を埋設管の内周が形成する円の水平方向、Z軸をこの円の垂直方向とし、X軸、Y軸及びZ軸を平面上に描くと共に、埋設管の軸方向に沿って間歇的に埋設管の内周の形状を、レーザージャイロの信号解析から得られた埋設管路の傾きを反映させつつ、この平面上に描いたものである。プリンタに出力されたこの画像の例を、第6図の(f)に示す。また、これらの画像を、第7図に示すように、リアルタイムで地上制御装置2のディスプレイに表示することもできる。この画像は、前述の通り、埋設管9の内周の形状を示したもので、管路内周面の亀裂や凹凸の様子を表現することができ、この画像を目視で観察することにより、埋設管の亀裂や破損等を検出することができる。

上述したレーダ画像、展開画像、及び、内空変位画像は、上述したようにリアルタイムで地上制御装置2のディスプレイに表示するとともに、プリンタに出力する。この際、これらの画像の元の信号が地上制御装置2に入力される時点で、これらの信号相互間に同一観測地点のデータであることを示す識別信号を付与し、この信号と共に各画像をプリンタへ出力したり、この信号に同期させて各画像を同時に地上制御装置2の各ディスプレイに表示したりする。この識別信号を赤外線エンコーダ18から得られる管路内自走車1の検査開始地点からの移動距離

を用いて表わすこともできる。第6図において、各画像の下に示されている数字はこの識別信号で、検査開始地点からの距離を表わしている。

このように、同一観測地点のレーダ画像と展開画像及び内空変位画像とを対応付けることにより、展開画像上または内空変位画像上の特定の画像の位置とレーダ画像の空洞の存在位置とを対応付けすることができ、空洞の存在位置を確実に決定することができる。あるいは、展開画像と内空変位画像との対応付けにより、埋設管の内部の変形や亀裂、破損等の存在位置を確実に決定することができる。

次に、第2実施例の埋設管路内検査装置について説明する。第2実施例の埋設
10 管路内検査装置は、コンクリート製埋設管路の検査機能を備えるものであり、第1実施例の埋設管路内検査装置の管路内自走車に、埋設管路のコンクリートの内周面に対して、コンクリート劣化診断試薬を散布する散布手段を設けたものである。第8図は、この管路内自走車50の側面図である。第8図において、本体ケーシング20に、散布用ノズル51、電動ポンプ52、及び、試薬容器53が取
15 付けられており、これらの間をノズル・ポンプ連結ホース54とポンプ・容器連結ホース55で連結して散布手段を構成している。また、56は有毒ガス検知センサである。

下水道等に用いられるコンクリート製の埋設管の内部では、下水に含まれる硫化水素が、イオウ酸化菌によって、硫酸に変化し、この硫酸がコンクリート中の
20 セメント成分と反応してエトリンガイトという膨張性の鉱物を生じ、さらにこのエトリンガイトが硫酸と反応して二水石膏に変化する。このため、コンクリートが脆弱化することから、コンクリートの腐食が進行する。そこで、このコンクリートの腐食を発見する方法として、硫酸によるコンクリートの劣化の有無を判定
25 するコンクリート劣化診断試薬が開発されている。この試薬は、硫酸に反応する試薬で、コンクリート表面に散布すると、コンクリートの劣化の有無によって、即ち、硫酸の有無によって、試薬の付着した表面が異なる色に発色する。例えば、トリフェニルローザニリンスルホン酸ナトリウムとp-ベンゼンスルホン酸アゾレゾルシノールの混合物にセルロースエーテル系の安定化剤を加えた試薬では、散布したコンクリートの表面が、健全な面であれば赤褐色に発色し、腐食が生

じていると白色に発色する。そこで、この試薬を埋設管のコンクリート内周面に散布して、発色した色をチェックすることにより、コンクリートの腐食の有無を判定することができる。

下水道等のコンクリート製埋設管のコンクリートの腐食の有無は、上記の試薬
5 と第2実施例の管路内自走車50を用いて行なわれる。即ち、上記の試薬を、第2実施例の管路内自走車50の試薬容器53に充填した後、この管路内自走車50を埋設管路5で、まず前進走行させる。この前進走行時に、電動ポンプ52により試薬容器53内の試薬を、ポンプ・容器連結ホース55、及び、ノズル・ポンプ連結ホース54を介して散布用ノズル51から、管路内自走車50の走行方向
10 に対して後方の埋設管路5のコンクリートの内周面に散布する。次に、管路内自走車50を後退走行させ、この後退走行時に管路内自走車50の魚眼レンズ15の後に設置された魚眼レンズカメラにより、既に試薬が散布され、コンクリートの劣化の有無により異なる色で発色している埋設管路5の内周面を撮影する。このようにして撮影された画像を基に、第2実施例の地上制御装置により、展開画像を作成するとともに、この展開画像からコンクリートの内周面の劣化の有無を
15 判定して、リアルタイムで表示する。

尚、常時水に浸されているコンクリート面では、イオウ酸化菌による硫化水素の硫酸化は生じないので、上記の検査を行なう必要はなく、このような場合には、試薬の散布エリアを、常時水に浸されているエリア以外に限定するようにして
20 もよい。

この第2実施例の管路内自走車50には、有毒ガス検知センサ54を搭載しており、上記のコンクリートの内周面の劣化の有無の判定とともに、硫化水素等の有毒ガスの有無を検査し、その結果を、第2実施例の地上制御装置で表示する。

上記の第2実施例の埋設管路内検査装置によれば、埋設管路におけるコンクリートの内周面に対して、コンクリート劣化の有無に応じて、付着面が異なる色に
25 発色するコンクリート劣化診断試薬を散布し、その結果を魚眼レンズカメラで撮影するので、この撮影した画像により、埋設管路におけるコンクリートの劣化の有無を判定することができる。

また、上記の第2実施例の埋設管路内検査装置は、第1実施例の埋設管路内検

査装置と同様、空洞探査用レーダ、ジャイロやレーザーセンサ、レーダ画像と展開画像との対応付け機能、或は、赤外線エンコーダ等を備えているので、第1実施例の埋設管路内検査装置で説明したと同様の機能及び効果を有している。

上記の第1実施例及び第2実施例の埋設管路内検査装置では、埋設管の周囲の
5 地中内に存在する空洞を探査するため、レーダ用アンテナを埋設管の管路内の内周面に沿って回動させているが、管路内の天井の上方の地中内のみを空洞探査の対象とするだけでよい場合もあり、次に、この場合に用いられる第3実施例の埋設管路内検査装置について説明する。第3実施例の埋設管路内検査装置は、第2
10 実施例の埋設管路内検査装置において、レーダ用アンテナを埋設管の管路内の内周面に沿って回動させる機構に替えて、レーダ用アンテナを保持するアンテナ昇降用平行リンク機構を管路内自走車に備えたものであり、これ以外の部分については、第2実施例の埋設管路内検査装置と全く同じである。従って、以下では、主に、アンテナ昇降用平行リンク機構について説明する。第9図は第3実施例の埋設管路内検査装置の管路内自走車の側面図、第10図はこの管路内自走車を埋
15 設管に挿入した場合の正面図、第11図は、アンテナ昇降用平行リンク機構の斜視図、そして、第12図はアンテナ昇降用平行リンク機構の作動状態の説明図である。第9図～第12図中、第2実施例の埋設管路内検査装置の管路内自走車と同じ部分は、同じ番号を付与している。

第9図～第12図において、第3実施例の埋設管路内検査装置の管路内自走車
20 59におけるアンテナ昇降用平行リンク機構60は、次のような構造をしている。

長方形のアンテナ支持枠62は、その短辺が管路内自走車59の進行方向の前後になるように配設するとともに、アンテナ支持枠62の長辺の前端または後端からそれぞれ前方斜め下方または後方斜め下方に延設させた4本のガイドバー
25 63を設ける。このガイドバー63及びアンテナ支持枠62の長辺の内側面は、管路内自走車59の進行方向に対して上方斜め外側に開くように傾斜させるとともに、ガイドバー63及びアンテナ支持枠62の長辺の外側面にガイドローラ65を回転自在に、且つアンテナ支持枠62の傾斜に沿って上方斜め外側に多少突出させて取り付け。直方体状のレーダ用アンテナ11は電波発射面を上に向け

て、アンテナ支持枠 6 2 と、このアンテナ支持枠 6 2 の両長辺から垂下して架設された 2 本のコ字形のアンテナ支持部材 6 4 とで抱持される。

このアンテナ支持部材 6 4 により抱持されたレーダ用アンテナ 1 1 は、管路内自走車 5 9 の上方に位置するように、全長が伸縮自在に可変可能な 4 本の略平行に配設されたダンパー 6 6 で支持される。即ち、長手方向を横断する断面がコ字形の取付ベース 6 1 を、その凹面を下に向け、その長手方向が管路内自走車 5 9 の本体ケーシング 2 0 の軸方向と同じ方向になるようにして、本体ケーシング 2 0 の上面上に溶接して取り付ける。この取付ベース 6 1 の両側片の前後 2 箇所、ダンパーシリンダ 6 6 a とそのダンパーロッド 6 6 b とでなり、全長が伸縮自在に可変可能で略平行に配設された 4 本のダンパー 6 6 のダンパーシリンダ 6 6 a の端部を、ダンパーロッド 6 6 b の先端が上方斜め後方を向くようにして、枢止ピン 6 7 で回動自在に枢着する。この 4 本のダンパー 6 6 の内、取付ベース 6 1 の側片前端部に取り付けられた 2 本のダンパー 6 6 のダンパーロッド 6 6 b の先端は、その先端に冠着したクレビス 6 8 を介して、アンテナ支持枠 6 2 の長辺前端部から下方に垂設されたクレビスピン連結片 7 0 に、クレビスピン 6 9 を用いて回動自在に枢着される。取付ベース 6 1 の側片後部に取り付けられた 2 本のダンパー 6 6 のダンパーロッド 6 6 b の先端は、その先端に冠着したクレビス 6 8 を介して、アンテナ支持枠 6 2 の長辺後端から延設されているガイドバー 6 3 にクレビスピン 6 9 を用いて回動自在に枢着される。

また、アンテナ支持枠 6 2 の両長辺中央から、2 本の連結ピン連結片 7 7 をその下端が、アンテナ支持部材 6 4 の下端よりも下方に位置するように垂設するとともに、この連結ピン連結片 7 7 の下端部間を連結ピン 7 6 で連結し、この連結ピン 7 6 の全長を略 3 分割する位置に、2 本のリンクバー 7 4 の一端を、この 2 本のリンクバー 7 4 が相互に平行に、且つ他端が下方斜め前方を向くようにして、回動自在に嵌着する。このリンクバー 7 4 の他端は、取付ベース 6 1 に回動自在に取り付けられる。即ち、取付ベース 6 1 の前部寄りの上面上に、ブラケット固定ボルト 7 2 で固定されたブラケット 7 1 の両側片であって、管路内自走車 5 9 の本体ケーシング 2 0 の軸方向と平行で上方に垂設された両側片の間を連結する支点ピン 7 3 に、リンクバー 7 4 の他端を回動自在に嵌着するとともに、支点

ピン73に覆設した付勢バネ75により、リンクバー74をその一端が上方に持ち上がるように付勢する。この付勢により、管路内自走車59が埋設管9の管路内を走行時に、アンテナ支持枠62が埋設管9の管路内の天井に向かって押し付けられ、ガイドローラ65が天井面に接触することで、レーダ用アンテナ11が
5 天井面に、できるだけ近づくようにしている。

第12図は、上記の構造を有するアンテナ昇降用平行リンク機構60の作動状態の説明図であり、第12図(a)は、通常の場合を、第12図(b)は、埋設管9の管路内の天井の形状に沿うようにレーダ用アンテナ11の上面を前後に傾斜させる場合を示している。即ち、埋設管9の管路内の天井に突起や付着物等がなく平坦な場合は、第12図(a)に示すように、天井の高さに合わせて、アンテナ支持枠62が平行移動してレーダ用アンテナ11の高さを調節する。しかし、埋設管9の管路内の天井に突起や付着物等がある場合は、第12図(b)に示すように、アンテナ支持枠62を支える4本のダンパー66が適宜伸縮することにより、天井の形状に合わせてレーダ用アンテナ11の上面、即ち、アンテナ支持枠62の枠全体が前後に傾斜するようにしている。
10
15

上記の第3実施例の埋設管路内検査装置によれば、アンテナを埋設管の管路内の内周面に沿って回動させるのに比べて、アンテナ回動用モータ等を使う必要がなく、機構を簡素化することができるとともに、アンテナの上面を天井の形状に沿わせることができ、検査の精度を向上させることができる。

上記の第3実施例では、天井の形状に合わせてレーダ用アンテナ11の上面を前後に傾斜させているが、機構が複雑になるため、アンテナ昇降用平行リンク機構として、アンテナ支持枠62が平行移動してレーダ用アンテナ11の高さを調節する機能のみとするようにしてもよい。第13図はこの場合のアンテナ昇降用平行リンク機構の例を示したものであり、上記のリンクバー74及びこれに関連する部分を取り除くとともに、ダンパー66に替えて、長さが同じ4本のリンクバー81を用いたものである。この内、前方の2本のリンクバー81は、その一端をアンテナ支持枠62の長辺前端部から下方に垂設されたクレビスピン連結片70に、上部枢止ピン83を用いて回動自在に枢着し、他端を取付ベース61の側片前端部に下部枢止ピン82を用いて回動自在に枢着する。この下部枢止ピン
20
25

82には、付勢バネ84を覆設して、この2本のリンクバー81をその一端が上方に持ち上がるように付勢する。後方の2本のリンクバー81は、その一端をガイドバー63に上部枢止ピン83を用いて回動自在に枢着し、他端を取付ベース61の側片後部に下部枢止ピン82を用いて回動自在に枢着する。このアンテナ昇降用平行リンク機構によれば、さらに機構を簡素化することができる。

次に、第4実施例の埋設管路内検査装置について説明する。第4実施例の埋設管路内検査装置は、下水道本管に接続される直径の小さい取付管の検査に使用する検査装置である。第14図は、第4実施例の埋設管路内検査装置の使用状態を示した図である。第14図において、この埋設管路内検査装置は、主なる構成要素として、探査部91、ケーブル92、ケーブル巻取部93、及び、地上制御部94で構成される。探査部91は取付管97の管路97a内やその周囲地中内の検査を行なうものであり、地上制御部94は、探査部91の出力する信号を処理するものである。そして、ケーブル92は、探査部91と地上制御部94とを接続するものである。また、ケーブル巻取部93は、ケーブル92を巻き取るほか、取付管97の管路内97aにおける探査部91の位置や姿勢を制御するものである。尚、第14図中、96は取付枦、96aは枦蓋、97は取付管、97aは取付管の管路、98は地中、98aは地中の空洞、そして、99は下水道本管である。

第15図は、この探査部91の断面図であり、第16図は、この探査部91の外観図である。この探査部91は、取付管97の管路97a内に挿入して使用されるため、筒状の胴体91aを有している。その胴体91aの表面には、半球状の突起であるサポータ91bが設けられている。これは、探査部91の前進時や後退時、或は、その軸を中心にした回転時の、探査部91と取付管97の内周面との接触を滑らかにするために設けられたものである。また、探査部91には、第15図、第16図において、レーダ91c、ジャイロ91d、魚眼レンズカメラ91e、そして、照明91fが備えられている。

レーダ91cはアンテナを備えているが、探査部91の小型化を図るため、このアンテナから放出される電波が胴体91aの外周面から取付管97の内周面に向かって一方向に放射される構造を有しており、取付管97の周囲地中98内に

存在する空洞 9 8 a を検査する機能を有する。従って、取付管 9 7 の全周に渡ってその周囲地中の検査を行なうためには、このレーダ 9 1 c、即ち、探査部 9 1 の胴体 9 1 a を、その軸を中心にして取付管 9 7 の管路 9 7 a 内で回転させる必要がある。ジャイロ 9 1 d は、この回転軸の方向と回転角度とを測定する機能を有する。魚眼レンズカメラ 9 1 e は取付管 9 7 の管路 9 7 a 内における、探査部 9 1 の挿入方向の前方の内周面を撮影する機能を有する。照明 9 1 f は魚眼レンズカメラ 9 1 e の撮影用の照明である。また、探査部 9 1 の胴体 9 1 a の後部には、ケーブル 9 2 が胴体 9 1 a と同軸状に結合されており、ケーブル 9 2 は可撓性を有するフレキシブルチューブ 9 2 a で被覆されている。このケーブル 9 2 を押したり引いたりすると、探査部 9 1 の胴体 9 1 a を前進させたり後退させたりでき、このケーブル 9 2 を回転させると、探査部 9 1 の胴体 9 1 a をその軸を中心に回転させることができる。

第 17 図は、ケーブル巻取部 9 3 の外観図である。ケーブル巻取部 9 3 は、第 17 図において、ケーブル巻取ドラム 9 3 a、ケーブル繰り出しローラ 9 3 b、エンコーダ 9 3 c、ケーブル回転機構 9 3 d、及び、高さ調節機構 9 3 e で構成される。ケーブル巻取ドラム 9 3 a は、ケーブル 9 2 を巻き取る機能を有し、モータ駆動により巻取ドラムを正、逆回転させることができる。ケーブル繰り出しローラ 9 3 b は、探査部 9 1 の胴体 9 1 a を取付管 9 7 の管路 9 7 a 内で前進、後退させるために、ケーブル 9 2 をモータ駆動により繰り出したり巻き戻したりする機能を有する。エンコーダ 9 3 c は、ケーブル 9 2 の繰り出し長さを測定する機能を有する。このエンコーダ 9 3 c の出力信号は地上制御部 9 4 に入力されている。ケーブル回転機構 9 3 d は、探査部 9 1 の胴体 9 1 a を取付管 9 7 の管路 9 7 a 内で回転させるために、ケーブル 9 2 を、厳密にはケーブル 9 2 を被覆しているフレキシブルチューブ 9 2 a を回転させる機能を有する。そして、高さ調節機構 9 3 e は、ケーブル 9 2 がケーブル巻取ドラム 9 3 a に巻き取られた長さに合わせて、その高さを調節する機能を有する。尚、図示されていないが、ケーブル巻取ドラム 9 3 a、ケーブル繰り出しローラ 9 3 b、及び、ケーブル回転機構 9 3 d を制御する制御ボックスがケーブル巻取部 9 3 に備えられている。高さ調節機構 9 3 e は、ケーブル 9 2 がケーブル巻取ドラム 9 3 a に巻き取られた

長さに合わせて、自動的にその高さを調節する。また、ケーブル巻取ドラム93 aに巻き取られたケーブル92の端は、地上制御部94に接続されており、この地上制御部94は、マイクロコンピュータでなる処理装置や、ディスプレイ、プリンタ等を備えており、レーダ91c、ジャイロ91d、魚眼レンズカメラ91 e、及び、エンコーダ93cの信号を受信するとともに、これらの信号を処理して、検査結果を、ディスプレイに表示したり、印刷したりする機能を有する。

次に、第4実施例の埋設管路内検査装置の使用方法及びその作用について説明する。第14図において、地中98に埋設された取付管97の管路97a内に、その取付桝96から、探査部91を挿入する。挿入に際しては、ケーブル巻取ドラム93a、及び、ケーブル繰り出しローラ93bを動作させることにより、探査部91を取付管97の管路97a内の所定の位置に位置決めすることができる。その上で、ケーブル回転機構93dを動作させて、探査部91を取付管97の管路97a内で回転させることができる。

検査のやり方としては、通常、まず、ケーブル回転機構93dを動作させずに、即ち、探査部91を取付管97の管路97a内で回転させずに、探査部91を取付管97の管路97a内に挿入して前進させながら、照明91fで管路97a内を照らして、魚眼レンズカメラ91eで、取付管97の管路97a内の撮影を行なう。この魚眼レンズカメラ91eはCCDを備えており、この信号が地上制御部94に入力される。魚眼レンズを介して撮影されたCCDカメラの映像は極端にひずんだ円形の画像であるが、これが地上制御部94で展開画像に変換されて、ディスプレイやプリンタに出力される。ここで、展開画像とは、横軸を探査部91の前進方向、即ち、取付管97の軸方向距離、縦軸を取付管97の内周とした詳細な平面画像である。プリンタに出力されたこの画像の例を、第18図の(a)に示す。また、これらの画像を、リアルタイムで地上制御部94のディスプレイに表示することもできる。この画像は、取付管97の内周面の画像であり、この画像を目視で観察することにより、取付管97の亀裂や破損等を検出することができる。

次に、探査部91を後退させつつその軸を中心に回転させて、取付管97の周囲地中98内に存在する空洞98aを、レーダ91cにより検査する。このレー

ダ91cの出力信号が、地上制御部94へ入力され、解析が行なわれる。この解析結果は、横軸を探索部91の前進方向、即ち、取付管97の軸方向の距離、縦軸を取付管97の内周面からの外向方向の距離として、2次元のレーダ画像が作成され、ディスプレイまたはプリンタに出力される。本実施例では、取付管97

5 の内周上において、探索部91の進行方向に向かって、真上、真下、右横及び左横の4箇所の内周面からの外向方向の2次元のレーダ画像を作成している。それぞれのプリンタの出力例を、第18図の(b)から(e)に示す。この例では、エンコーダ93cにより計測される、検査開始地点から1m刻みで4m分の画像を示している。また、これらの画像を、リアルタイムで地上制御部94のディスプレイに表示することもできる。これらの画像を目視で観察することにより、空洞探索を行なうことができる。

10

上記の第4実施例の埋設管路内検査装置によれば、探索部91に搭載されたレーダ91cを、このアンテナから放出される電波が、胴体91aの外周面から取付管97の内周面に向かって一方向に放射される構造とすることより、探索部91の小型化を図っている。下水道本管に接続される取付管のような直径の小さい埋設管の検査に使用することができる。

15

また、探索部91の胴体91aの後部には、ケーブル92が胴体91aと同軸状に結合されており、ケーブル92は可撓性を有するフレキシブルチューブ92aで被覆されており、このケーブル92を押したり引いたりすると、探索部91

20 の胴体91aを前進させたり後退させたりできるので、取付管97の管路97a内における探索部91の移動を容易に行なうことができる。

また、ケーブル92を回転させると、探索部91の胴体91aをその軸を中心に回転させることができるので、探索部91に設けられたレーダ91cにより、取付管97の全周に渡ってその周囲地中の検査を行なうことができる。

25 また、探索部91の前進時や後退時、或は、その軸を中心にした回転時の、探索部91と取付管97の内周面との接触を滑らかにするために、探索部91の胴体91aの表面に、半球状の突起であるサポータ91bが設けられているので、探索部91の前進時や後退、或は、その軸を中心にした回転を容易に行なうことができる。

また、探査部 9 1 にはジャイロ 9 1 d を備えており、ケーブル巻取部 9 3 に備えられたエンコーダ 9 3 c とあいまって、ケーブル 9 2 の繰り出し長さや探査部 9 1 の回転軸の方向と回転角度とを測定することができ、取付管 9 7 の管路 9 7 a 内における探査部 9 1 の位置と姿勢とを正確に求めることができるので、検査
5 の精度向上を図ることができる。

また、ケーブル巻取部 9 3 には、それぞれモータ駆動のケーブル巻取ドラム 9 3 a、ケーブル繰り出しローラ 9 3 b、エンコーダ 9 3 c、ケーブル回転機構 9 3 d、及び、高さ調節機構 9 3 e が設けられており、ケーブル 9 2 の繰り出し等や、ケーブル 9 2 の回転を自動的に行なうことができ、探査部 9 1 の前進や後退
10 、或は回転を、正確、且つ、容易に行なうことができる。

上記の第 4 実施例の埋設管路内検査装置では、探査部 9 1 を取付管 9 7 の管路 9 7 a 内に挿入して前進、後退させるのに、それぞれモータ駆動の、ケーブル巻取ドラム 9 3 a、及び、ケーブル繰り出しローラ 9 3 b を動作させて行なっているが、これらを用いずに、手動で行なってもよい。また、探査部 9 1 を回転させるのに、モータ駆動のケーブル回転機構 9 3 d を動作させて行なっているが、これを用いずに、手動で行なってもよい。
15

上記の第 4 実施例の埋設管路内検査装置において、第 19 図に示すように、探査部 9 1 の胴体 9 1 a の表面に設けられた半球状の突起であるサポータ 9 1 b を、その底部に当接したバネ 9 1 g と共に、胴体 9 1 a の表面に設けられた凹部 9 1 h に挿入するようにしてもよい。このようにすることで、取付管 9 7 の内径の変化に合わせてその取付管 9 7 の外周面からのサポータ 9 1 b の突出量を、図中の矢印の方向に変化させることにより、全てのサポータ 9 1 b の頂部を取付管 9 7 の内周面に接するようにして、取付管 9 7 の内径が変化しても探査部 9 1 の胴体 9 1 a の中心軸を取付管 9 7 の管路 9 7 a 内の中心軸と合わせるようにすることができ、従って、取付管 9 7 の全内周面とレーダ 9 1 c との距離を一定に保つことができ、取付管 9 7 の全内周面に渡ってレーダ 9 1 c による均質な検査を行なうことができる。
20
25

上記の第 19 図において、探査部 9 1 の胴体 9 1 a の表面に設けられたサポータ 9 1 b でレーダ 9 1 c のアンテナに近いサポータ 9 1 b には、弾性の小さいバ

ネ 9 1 g を使用し、レーダ 9 1 c のアンテナと離れたサポータ 9 1 b には、弾性の大きいバネ 9 1 g を使用することにより、探査部 9 1 が回転しても、常に、レーダ 9 1 c のアンテナが取付管 9 7 の内周面に最接近させることができる。このようにすることで、取付管 9 7 の内径が変化しても、レーダ 9 1 c のアンテナを
5 常に取付管 9 7 の内周面に最接近させることができ、精度の高いレーダ検査を行なうことができる。

また、上記の第 4 実施例の埋設管路内検査装置において、ケーブル巻取部 9 3 に設けられたケーブル回転機構 9 3 d では、ケーブル巻取ドラム 9 3 a は固定状態としておき、ケーブル 9 2 を被覆しているフレキシブルチューブ 9 2 a のみを
10 回転させる機構であり、ケーブル巻取ドラム 9 3 a に巻き取られているケーブル 9 2 に多少ねじれが生じることになる。そこで、このような機構に替えて、ケーブル巻取ドラム 9 3 a そのものを、このケーブル巻取ドラム 9 3 a から引き出されているケーブル 9 2 の軸を中心にして、回転させる機構としてもよい。このようにすることにより、ケーブル巻取ドラム 9 3 a に巻き取られているケーブル 9
15 2 にねじれが生じるのを防ぐことができる。

産業上の利用可能性

本発明の第 1 の埋設管路内検査装置によれば、埋設管の周囲地中内に存在する空洞探査用のレーダのアンテナの位置が、測定に最適となるように埋設管の内径
20 に合わせて変更可能であり、内径の異なる埋設管の検査に対応できる。また、アンテナが埋設管の内周面に沿って回動するので、埋設管の上部方向のみならず、両側部方向や下部方向等、埋設管の全内周面に渡ってその外側の空洞探索が可能となる。

第 2 の埋設管路内検査装置によれば、アンテナの回動の中心が埋設管の内径の
25 中心に一致するので、埋設管の全内周面に渡って、均質な空洞探索が可能となる。

第 3 の埋設管路内検査装置によれば、管路内自走車の走行方向と直角の複数方向、即ち、埋設管の内周面から外側に向かって複数の方向の 2 次元のレーダ画像を作成することができる。また、管路内自走車にアンテナの位置を検出するアン

テナ位置検出手段を備えているので、埋設管の周囲地中内の空洞探索の実際の探索方向と、レーダの信号を解析して得られる２次元のレーダ画像を正確に対応付けることができ、空洞探索を正確に行なうことができる。

第４の埋設管路内検査装置によれば、管路内自走車が、この管路内自走車の上方に位置するアンテナを、埋設管の管路内の天井の高さに合わせて昇降可能に支持する平行リンク機構を備えるので、アンテナを埋設管の管路内の内周面に沿って回動させるのに比べて機構を簡素化することができる。

第５の埋設管路内検査装置によれば、平行リンク機構の各リンク片を伸縮自在の可変長としているので、アンテナの上面を天井の形状に沿わせることができ、検査の精度を向上させることができる。

第６の埋設管路内検査装置によれば、埋設管路の内周面を撮影する固定された魚眼レンズカメラを備えており、且つ、この魚眼レンズカメラの捕らえた映像から、展開画像が作成されるので、カメラを回動させるという複雑な機構を用いずに、詳細な埋設管路内周面の展開画像を得ることができ、埋設管の亀裂や破損等を検出することができる。

第７の埋設管路内検査装置または第１３の埋設管路内検査装置によれば、埋設管路の傾きや管路内周面の亀裂、凹凸の様子等を３次元の内空変位画像で表示することができ、埋設管の内部の変形や亀裂、破損等を検出することができる。

第８の埋設管路内検査装置または第１４の埋設管路内検査装置によれば、同一観測地点のレーダ画像と展開画像とを、また、内空変位画像が存在する場合は、レーダ画像と展開画像及び内空変位画像とを対応付けることができるので、展開画像上または内空変位画像上の特定の画像の位置とレーダ画像の空洞の存在位置とを対応付けすることにより、空洞の存在位置を確実に決定することができる。

第９の埋設管路内検査装置または第１５の埋設管路内検査装置によれば、埋設管路の検査開始地点からの検査位置までの距離を正確に測定でき、この距離と上述の各画像とを対応付けることにより、検査開始地点から空洞や埋設管の変形、亀裂、破損等の存在位置までの距離から、これらの空洞や埋設管の変形、亀裂、破損等の存在位置を、確実に決定することができる。

第１０の埋設管路内検査装置または埋設管路内コンクリート劣化検査方法によ

れば、埋設管路におけるコンクリートの内周面に対して、コンクリート劣化の有無に応じて、付着面が異なる色に発色するコンクリート劣化診断試薬を散布し、その結果を魚眼レンズカメラで撮影するので、この撮影した画像により、埋設管路におけるコンクリートの劣化の有無を判定することができる。

- 5 第11の埋設管路内検査装置によれば、コンクリート劣化診断試薬として、硫酸による劣化の有無を判定する試薬を用いるので、埋設管路が下水道等の場合に生じやすい、イオウ酸化菌の作用で生じる硫酸によるコンクリートの劣化の有無を判定することができる。

- 10 第12の埋設管路内検査装置によれば、埋設管路内検査装置に、硫化水素等の有毒ガス検知センサを備えているので、埋設管路内検査と同時に硫化水素等の有毒ガスの有無を検査することができる。

- 15 第16の埋設管路内検査装置またはこの装置を用いる埋設管の管路内検査方法によれば、探査部に搭載されたレーダを、このアンテナから放出される電波が、胴体の外周面から埋設管の内周面に向かって一方向に放射される構造として探査部の小型化を図っているので、下水道本管に接続される取付管のような直径の小さい埋設管の検査に使用することができる埋設管路内検査装置、または、それを用いた検査方法を提供することができる。

- 20 また、探査部の胴体の後部には、ケーブルが胴体と同軸状に結合されており、ケーブルは可撓性を有するフレキシブルチューブで被覆されており、このケーブル2を押したり引いたりすると、探査部の胴体を前進させたり後退させたりできるので、埋設管の管路内における探査部の移動を容易に行なうことができる。

また、ケーブルを回転させると、探査部の胴体をその軸を中心に回転させることができるので、探査部に設けられたレーダにより、埋設管の全周に渡ってその周囲地中の検査を行なうことができる。

- 25 第17の埋設管路内検査装置によれば、探査部の前進時や後退時、或は、その軸を中心にした回転時の、探査部と埋設管の内周面との接触を滑らかにするために、探査部の胴体の表面に、半球状の突起であるサポータが設けられているので、探査部の前進時や後退、或は、その軸を中心にした回転を容易に行なうことができる。

第18の埋設管路内検査装置によれば、探査部の胴体の表面に設けられたサポータの頂部が、埋設管の内周面に接するように埋設管の内径の変化に合わせて外周面からのこのサポータの突出量が変わるので、埋設管の内径が変化しても探査部の胴体の中心軸を埋設管の管路の中心軸と合わせることができ、レーダによる検査を、埋設管の全内周面に渡って均質に行なうことができる。或は、埋設管の内径が変化しても、レーダのアンテナを常に埋設管の内周面に最接近させることができるので、精度の高いレーダ検査を行なうことができる。

第19の埋設管路内検査装置によれば、ケーブルを被覆しているフレキシブルチューブを、その軸を中心に回転させるような回転機構を備えたケーブル巻取部を用いるので、埋設管の管路内での探査部の回転を容易に行なうことができる。

第20の埋設管路内検査装置によれば、探査部がその軸を中心に回転したときの、その回転軸方向と回転角度とを測定するジャイロを探査部に備えているので、埋設管の管路内での探査部の回転角度を容易に測定することができる。

第21の埋設管路内検査装置によれば、探査部を埋設管の管路内に挿入する間に、ケーブルの挿入方向への繰り出し長さを、地上で測定する距離エンコーダを備えているので、埋設管の管路内での探査部の位置を容易に測定することができる。

第22の埋設管路内検査装置によれば、探査部の前端に埋設管の管路内の挿入方向の前方の内周面を撮影する魚眼レンズカメラを備えるとともに、この魚眼レンズカメラの捕えた映像から地上制御部で展開画像を作成するので、埋設管の亀裂や破損等を検出することができる。

請 求 の 範 囲

1. 埋設管の周囲の少なくとも一部の地中内に存在する空洞を探索するレーダを備えた埋設管路内検査装置であって、

- 5 前記レーダ用のアンテナを備えて前記埋設管の管路内を走行する管路内自走車と、この管路内自走車の前記走行の制御及び前記レーダの信号処理を行なう地上制御装置とで構成されてなり、

- 10 前記管路内自走車に、前記アンテナを前記埋設管の内周面に沿って回動させると共に、前記アンテナが前記内周面に沿うように前記アンテナの位置を変更可能なアンテナ回動機構を備えてなることを特徴とする埋設管路内検査装置。

2. 前記管路内自走車に、前記埋設管の内径に合わせて、前記アンテナの回動の中心が前記埋設管の内径の中心に一致するように、前記アンテナ回動機構の前記埋設管の前記管路内における上下方向の位置を変更可能な、高さ調整機構を備えてなる請求項1記載の埋設管路内検査装置。

- 15 3. 前記管路内自走車に、前記アンテナの位置を検出するアンテナ位置検出手段を備えると共に、

前記地上制御装置で前記レーダの信号を解析して、前記管路内自走車の走行方向と直角の複数方向の前記埋設管の周囲地中のレーダ画像を、前記各方向毎の2次元のレーダ画像として作成するとともに、リアルタイムで表示してなる請求項

- 20 1または2記載の埋設管路内検査装置。

4. 埋設管の周囲の少なくとも一部の地中内に存在する空洞を探索するレーダを備えた埋設管路内検査装置であって、

- 25 前記レーダ用のアンテナを備えて前記埋設管の管路内を走行する管路内自走車と、この管路内自走車の前記走行の制御及び前記レーダの信号処理を行なう地上制御装置とで構成されてなり、

前記管路内自走車が、この前記管路内自走車の上方に位置する前記アンテナを、前記埋設管の管路内の天井の高さに合わせて昇降可能に支持する平行リンク機構を備えてなることを特徴とする埋設管路内検査装置。

5. 前記平行リンク機構の各リンク片を伸縮自在の可変長として、前記アンテナ

ナの上面を前記天井の形状に沿うように、前後に傾斜可能にしてなる請求項4記載の埋設管路内検査装置。

5 6. 前記管路内自走車に、前記走行方向の前方の前記埋設管路の前記内周面を撮影する魚眼レンズカメラを備えると共に、この魚眼レンズカメラの捕らえた映像から、前記地上制御装置で展開画像を作成するとともにリアルタイムで表示してなる請求項1から5のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置。

10 7. 前記管路内自走車に、水平方向に対する前記管路内自走車の走行方向の傾きを測定するジャイロと、前記埋設管の内空変位を前記内周面の全周に渡って測定するため、前記埋設管の前記内周面に沿って回転するレーザーセンサとを備えると共に、

前記ジャイロの信号と前記レーザーセンサの信号とを前記地上制御装置で解析して、3次元の内空変位画像を作成するとともにリアルタイムで表示してなる請求項1から6のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置。

15 8. 前記地上制御装置で、同一観測地点の前記レーダ画像と前記展開画像とを対応付けし、あるいは、前記内空変位画像が存在する場合は、同一観測地点の前記レーダ画像と、前記展開画像及び前記内空変位画像とを対応付けしてなる請求項6または7記載の埋設管路内検査装置。

9. 前記管路内自走車に、その移動距離を測定する赤外線エンコーダを供えてなる請求項1から8のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置。

20 10. 前記埋設管がコンクリート製であり、

前記管路内自走車の走行時に、前記埋設管路における前記コンクリートの内周面に対して、コンクリート劣化の有無に応じて、付着面が異なる色に発色するコンクリート劣化診断試薬を散布する散布手段を、前記管路内自走車に備えてなる請求項6記載の埋設管路内検査装置。

25 11. 前記コンクリート劣化診断試薬として、硫酸による劣化の有無を判定する試薬を用いてなる請求項10記載の埋設管路内検査装置。

12. 硫化水素等の有毒ガス検知センサを備えてなる請求項10または11記載の埋設管路内検査装置。

13. 前記管路内自走車に、水平方向に対する前記管路内自走車の走行方向の

傾きを測定するジャイロと、前記埋設管の内空変位を前記内周面の全周に渡って測定するため、前記埋設管の前記内周面に沿って回転するレーザーセンサとを備えと共に、

5 前記ジャイロの信号と前記レーザーセンサの信号とを前記地上制御装置で解析して、3次元の内空変位画像を作成するとともにリアルタイムで表示してなる請求項10から12のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置。

14. 前記地上制御装置で、同一観測地点の前記レーダ画像と前記展開画像とを対応付けし、あるいは、前記内空変位画像が存在する場合は、同一観測地点の前記レーダ画像と、前記展開画像及び前記内空変位画像とを対応付けしてなる請求項10から13のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置。

15 15. 前記管路内自走車に、その移動距離を測定する赤外線エンコーダを供えてなる請求項10から14のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置。

16. 請求項10から15のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置を用いた埋設管路内コンクリート劣化検査方法であって、

15 前記管路内自走車の走行時に、前記散布手段が、前記埋設管路における前記コンクリートの内周面に対して、コンクリート劣化の有無に応じて付着面が異なる色に発色するコンクリート劣化診断試薬を散布し、

前記散布後に、前記魚眼レンズカメラが、前記埋設管路の前記内周面を撮影し

20 前記撮影した映像から、前記地上制御装置が、前記展開画像を作成するとともに、この展開画像から前記コンクリートの内周面の劣化の有無を判断して、リアルタイムで表示してなる埋設管路内コンクリート劣化検査方法。

17. 埋設管の周囲の少なくとも一部の地中内に存在する空洞を探索するレーダを備えた埋設管路内検査装置であって、

25 埋設管の管路内に挿入される円筒状の胴体を有しており、その胴体の内部に、前記レーダを、その電波が前記胴体の外周面から前記埋設管の内周面に向かって一方向に放射されるようにして備えた探査部と、

前記レーダの信号処理を行なう地上制御部と、

可撓性を有するフレキシブルチューブで被覆されたケーブルであって、その基

端が前記地上制御部に接続され、その他端が前記探査部の後端にこの探査部と同軸状に結合されており、地上において、前記フレキシブルチューブを押したり引いたりすることにより、前記探査部が埋設管の管路内を前進したり後退したりするとともに、前記地上において、前記フレキシブルチューブをその軸を中心に回転させると、この回転がこのフレキシブルチューブを介して前記探査部に伝わり、前記探査部がその軸を中心に、前記埋設管の前記管路内で回転してなる前記ケーブルと、でなることを特徴とする埋設管路内検査装置。

18. 前記探査部の前進時や後退時、或は、その軸を中心にした回転時の、前記探査部と前記内周面との接触を滑らかにするサポータを前記探査部の前記外周面上に備えてなる請求項17記載の埋設管路内検査装置。

19. 前記サポータの頂部が前記埋設管の内周面に接するように、前記埋設管の内径の変化に合わせて前記外周面からの前記サポータの突出量に変化してなる請求項18記載の埋設管路内検査装置。

20. 前記ケーブルの基端を、このケーブルを巻き取るケーブル巻取部を介して前記地上制御部に接続するとともに、

前記ケーブルを被覆している前記フレキシブルチューブを、その軸を中心に回転させるような回転機構を、前記ケーブル巻取部に備えてなる請求項17から19のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置。

21. 前記探査部がその軸を中心に回転したときの、その回転軸方向と回転角度とを測定するジャイロを、前記探査部に備えてなる請求項17から20のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置。

22. 前記探査部を前記埋設管の前記管路内に挿入する間に、前記ケーブルの挿入方向への繰り出し長さを、地上で測定するエンコーダを備えてなる請求項17から21のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置。

23. 前記探査部の前端に、前記埋設管の前記管路内の前記挿入方向の前方の内周面を撮影する魚眼レンズカメラを備えるとともに、この魚眼レンズカメラの捕えた映像から、前記地上制御部で展開画像を作成するとともに、リアルタイムで表示してなる請求項17から22のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置。

24. 請求項17から23のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置を用いた埋設管の管路内検査方法であって、

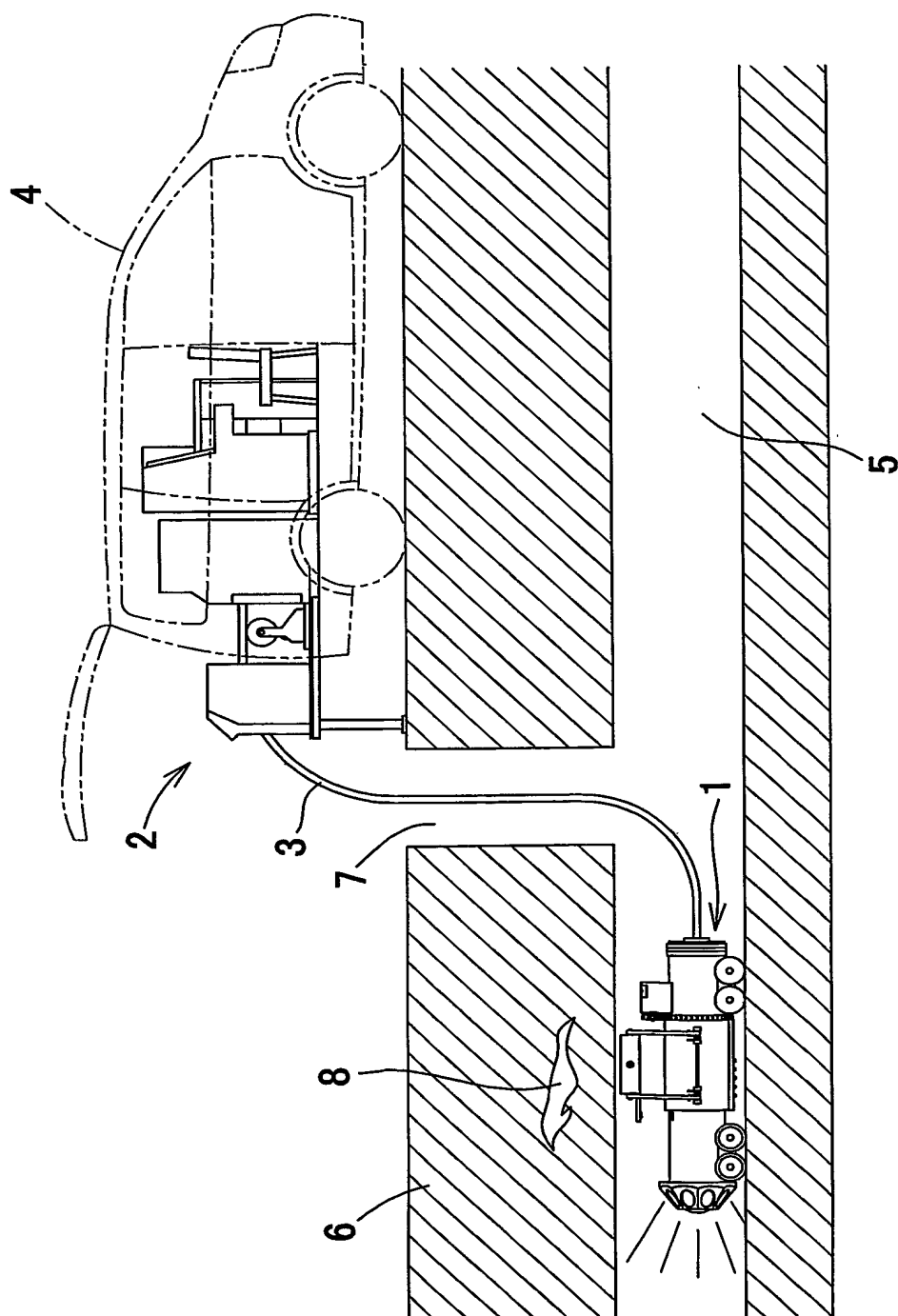
前記ケーブルを、前記挿入方向へ繰り出した長さによって、前記探査部が前記埋設管の前記管路内を移動した距離を求めて、前記探査部の前記管路内における

5 存在位置を把握するとともに、

前記ケーブルを被覆している前記フレキシブルチューブをその軸を中心に回転させることによって、前記探査部を前記埋設管の前記管路内で回転させて、前記埋設管の全周に渡ってその周囲地中内に存在する空洞を探索してなることを特徴とする埋設管路内検査方法。

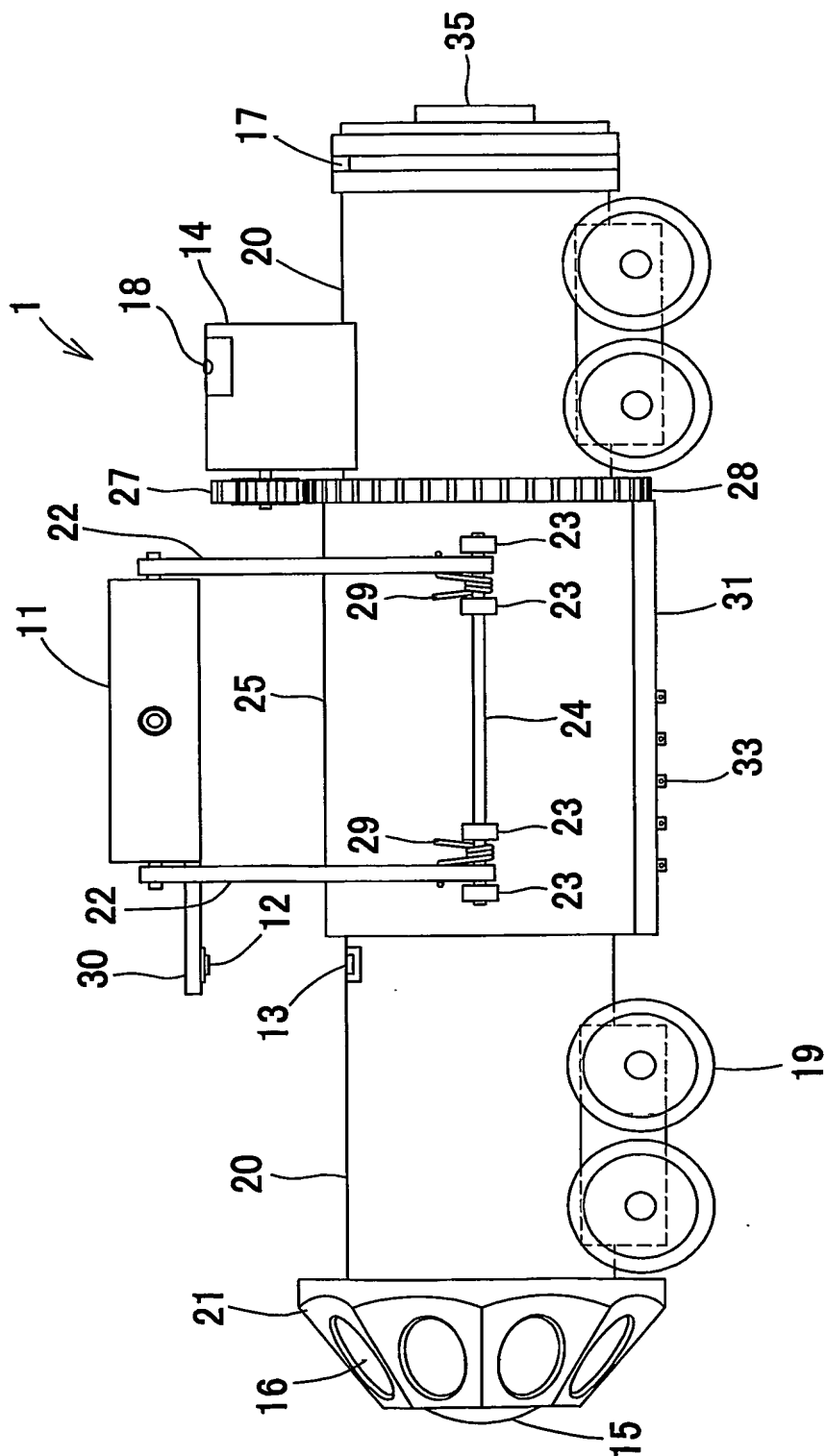
1/18

第 1 図



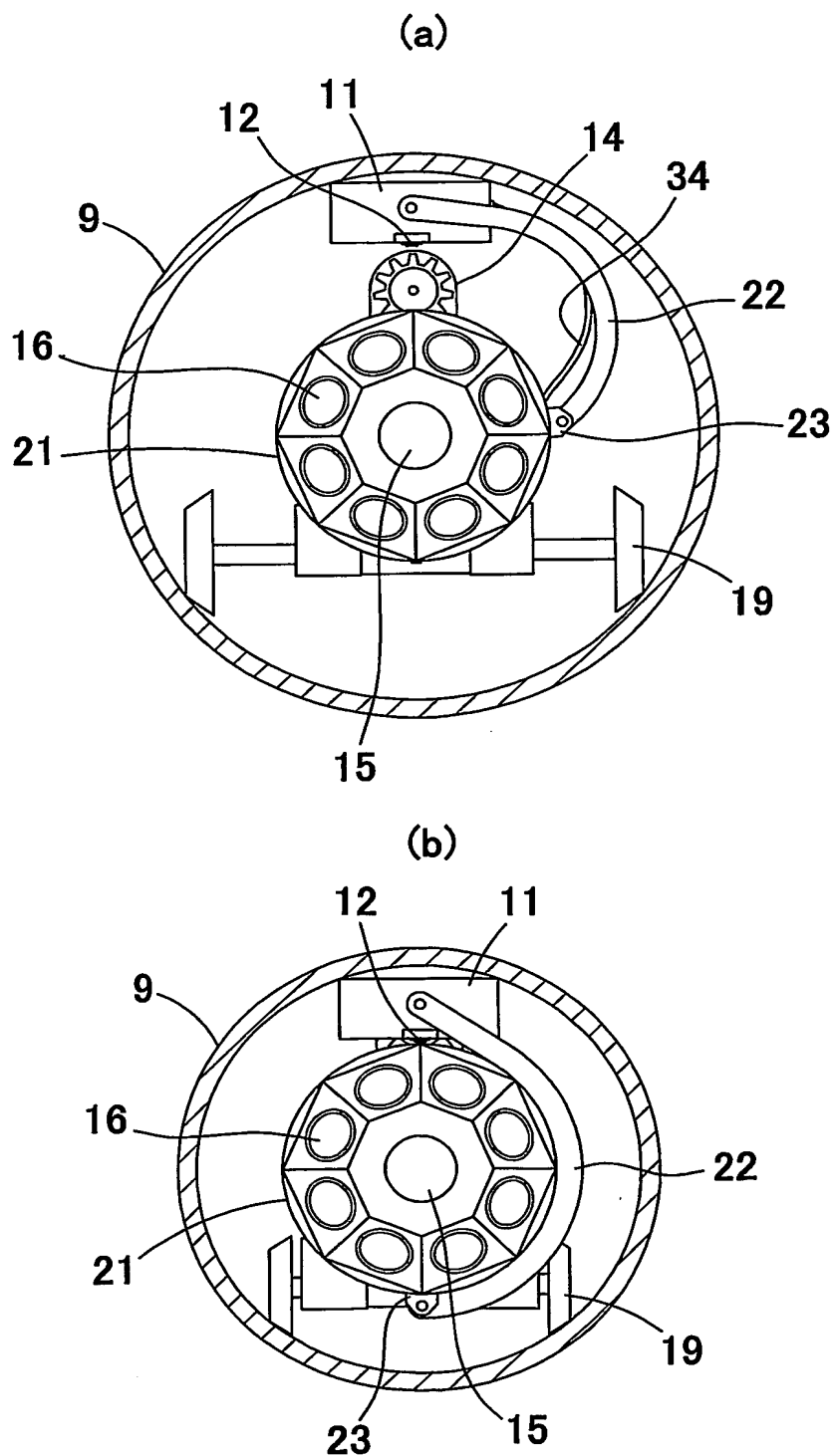
2/18

第 2 図

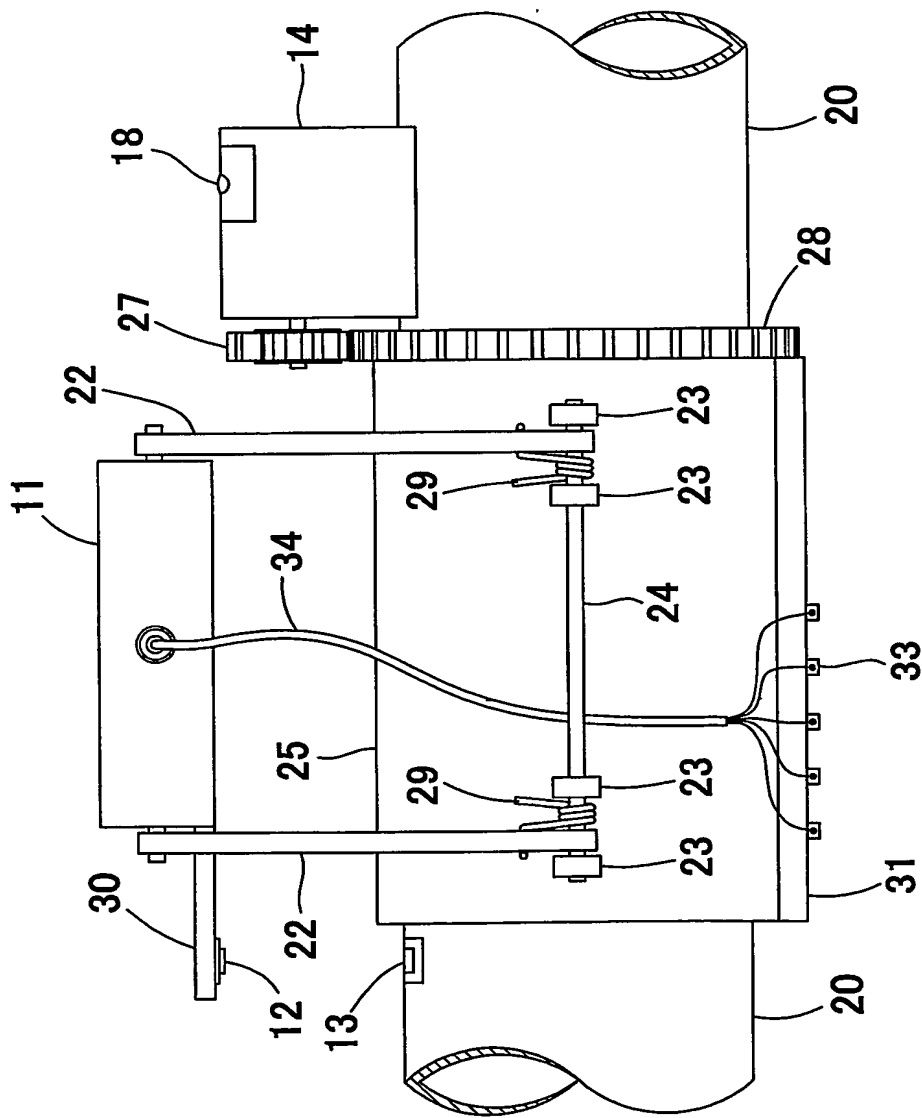


3/18

第 3 図



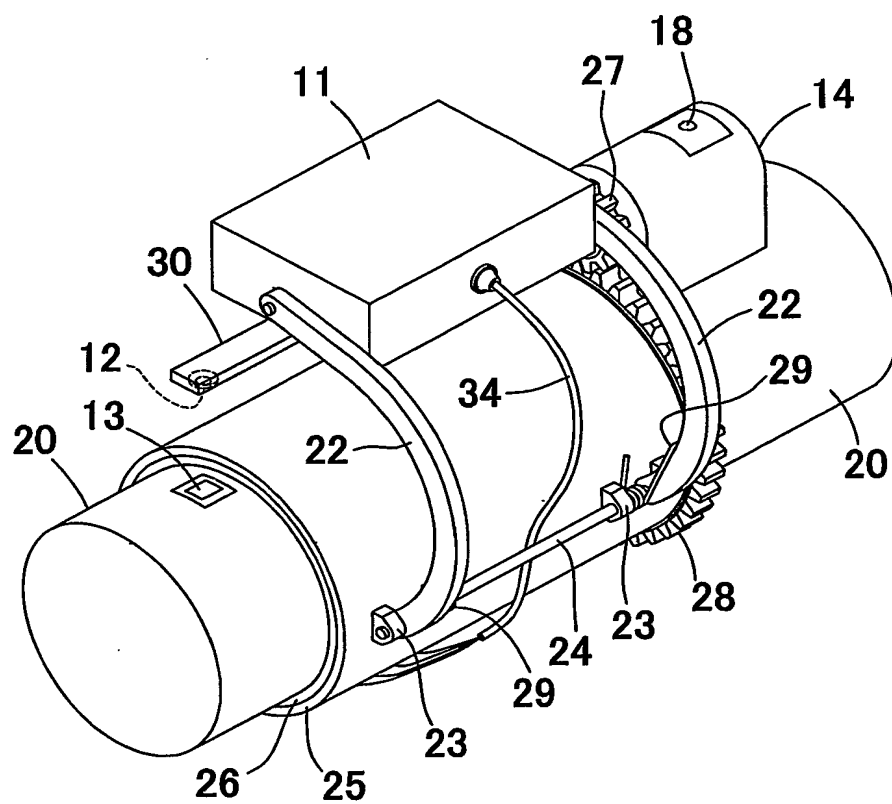
4/18
第 4 図



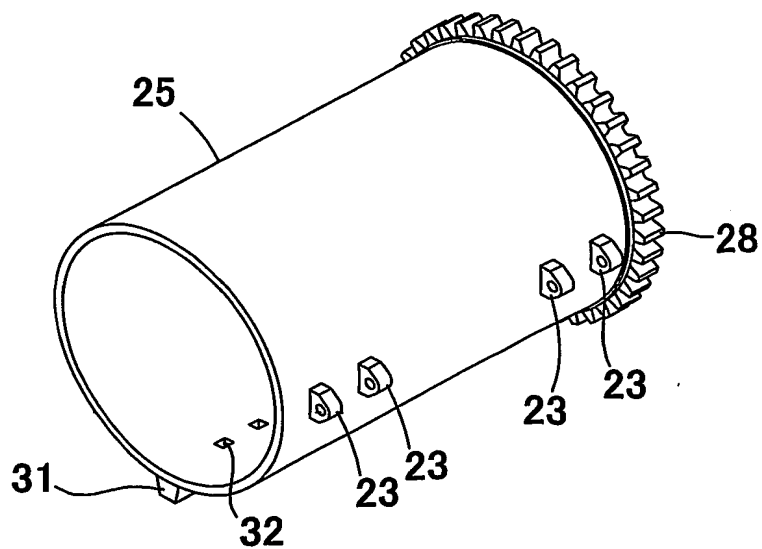
5/18

第 5 図

(a)

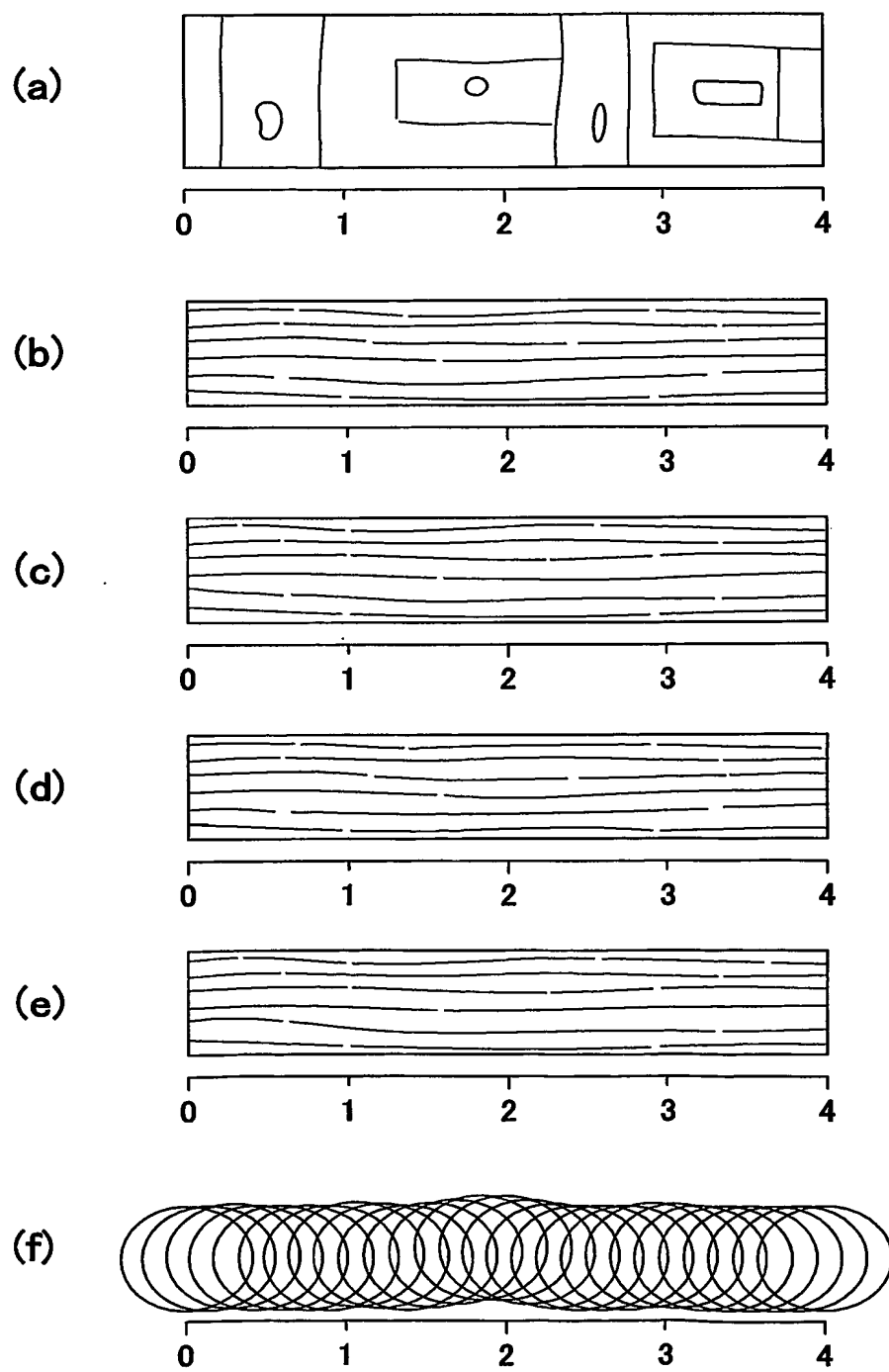


(b)



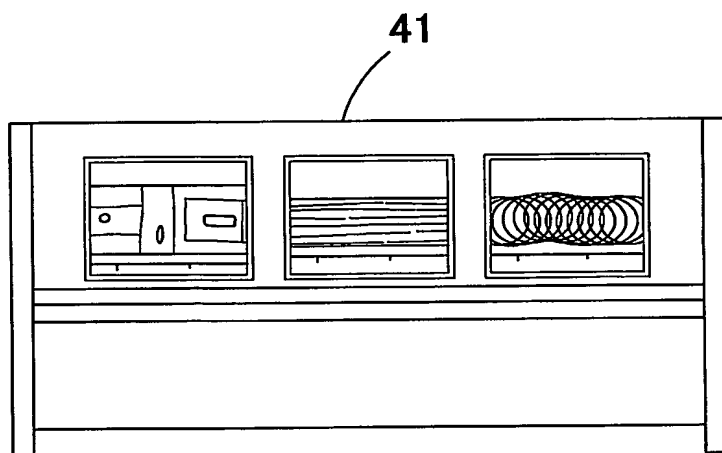
6/18

第 6 図



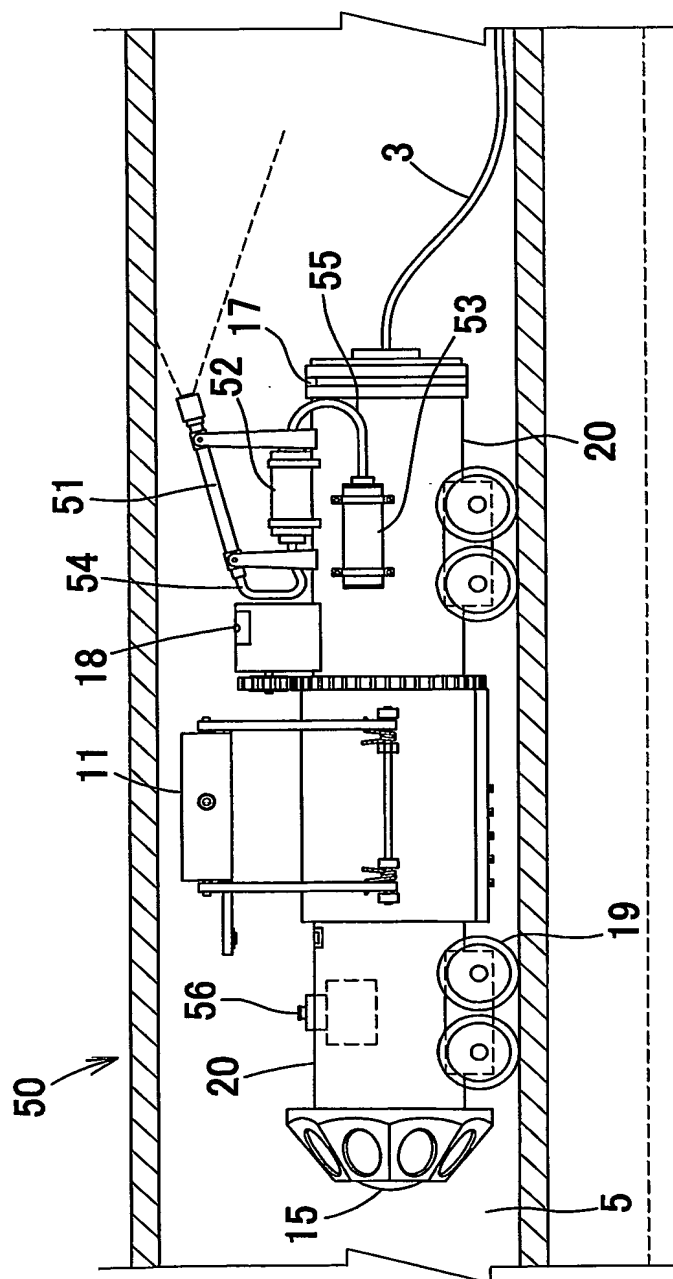
7/18

第 7 図



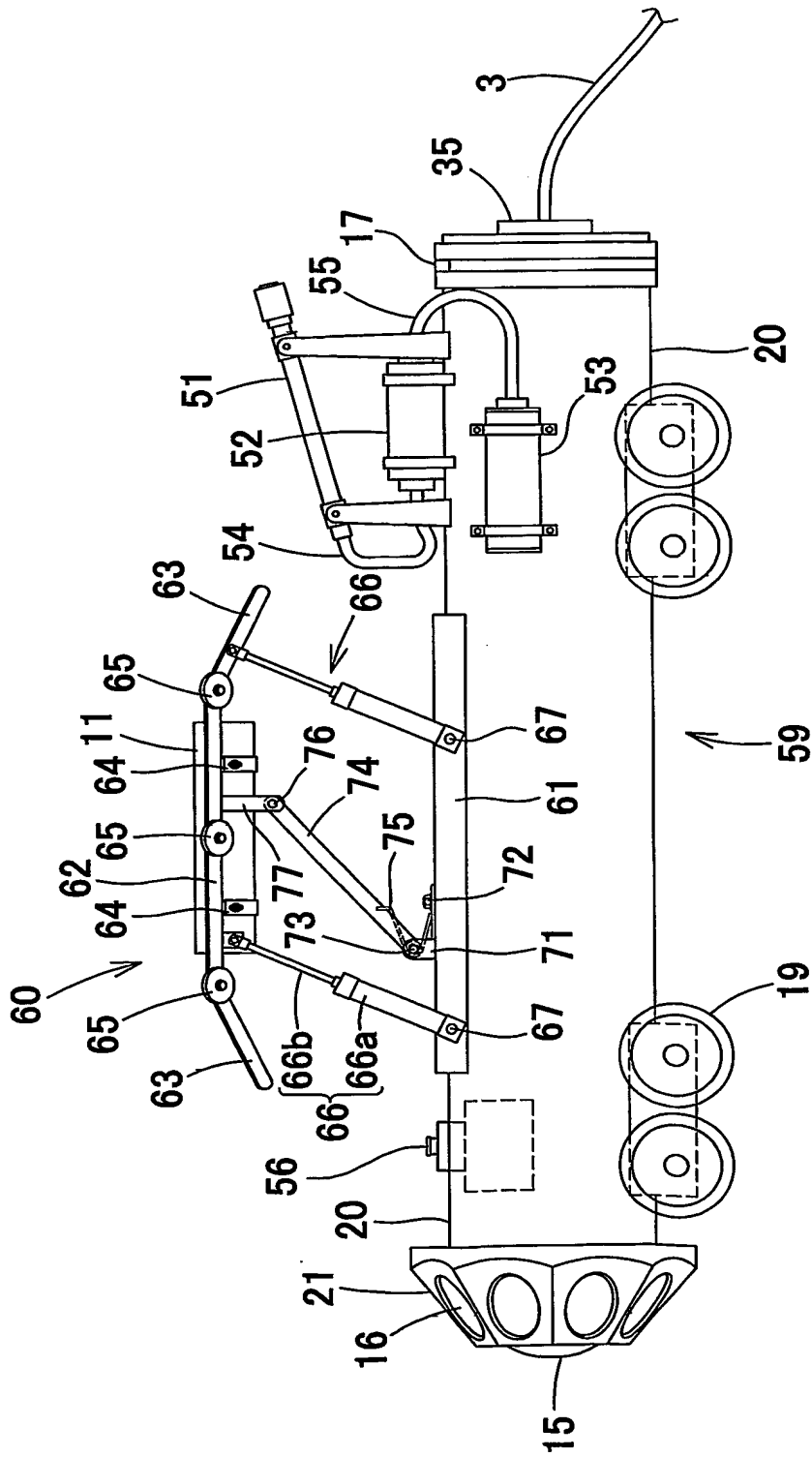
8/18

第 8 図



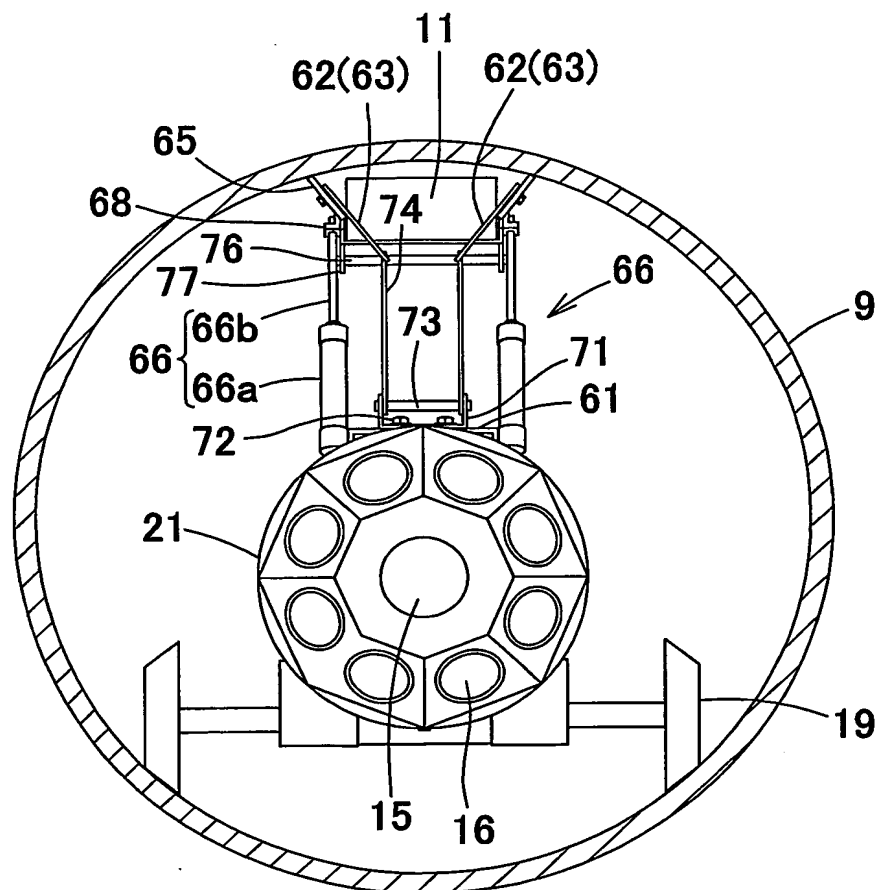
9/18

第 9 图



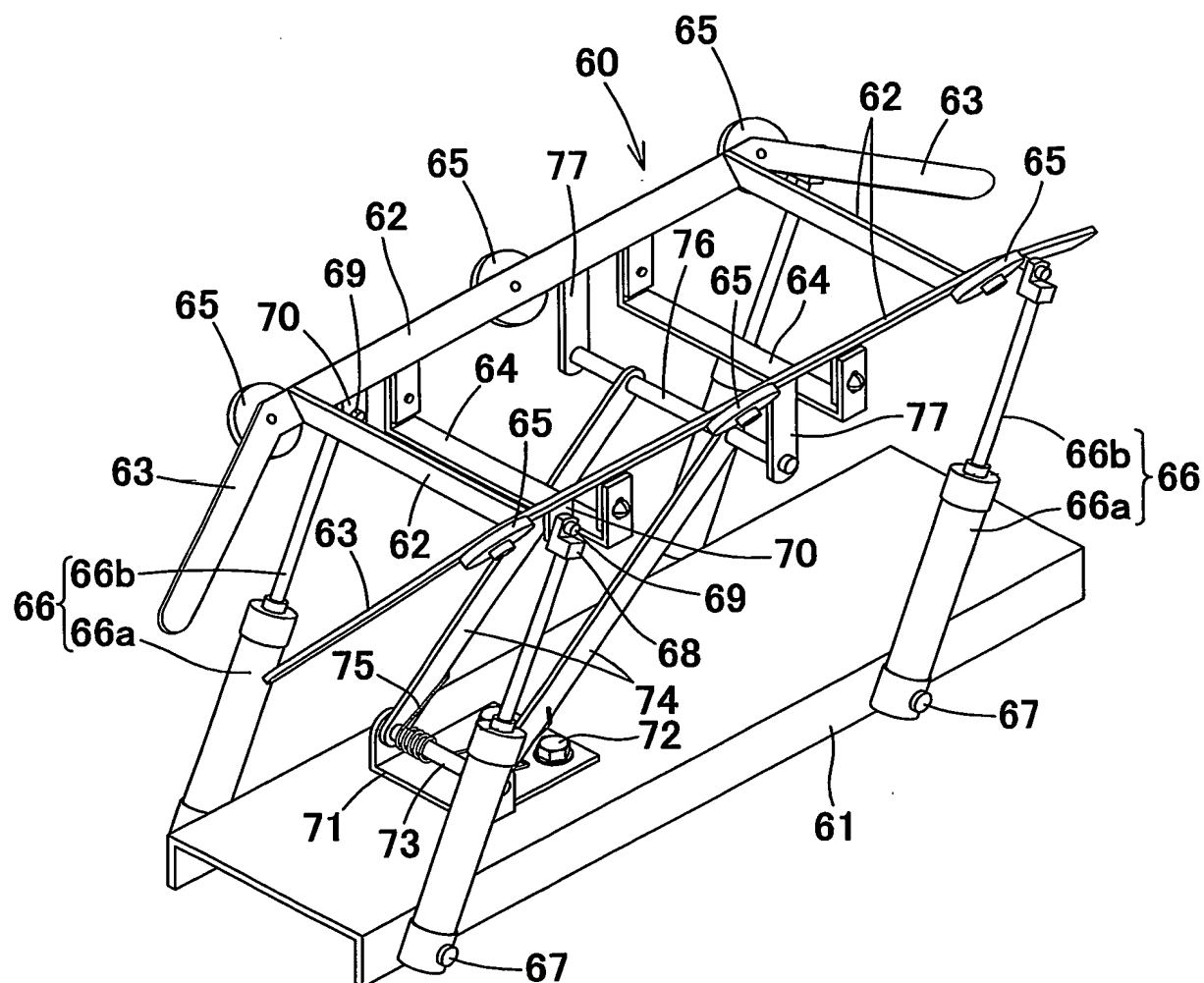
10/18

第 10 図



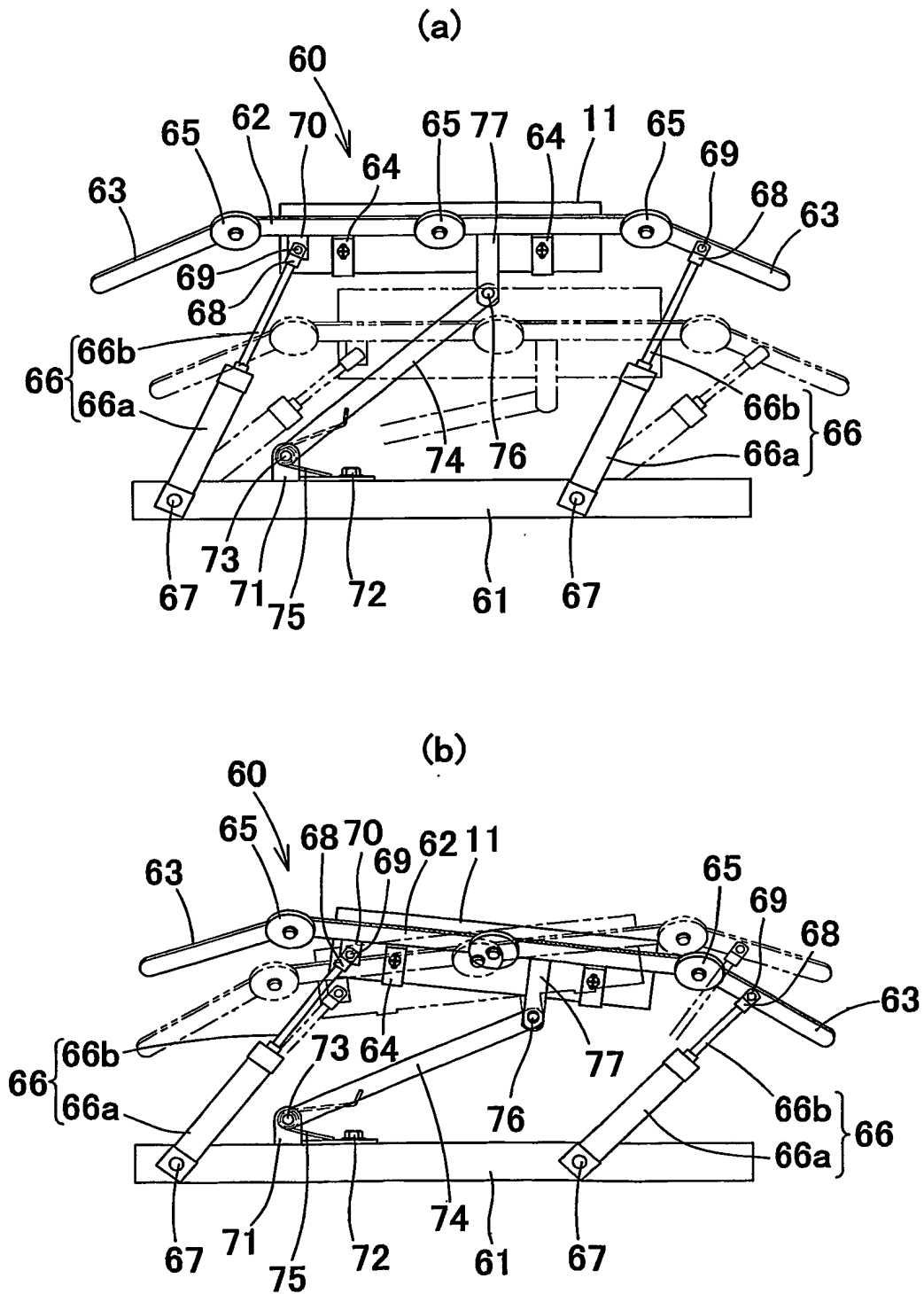
11/18

第 11 図

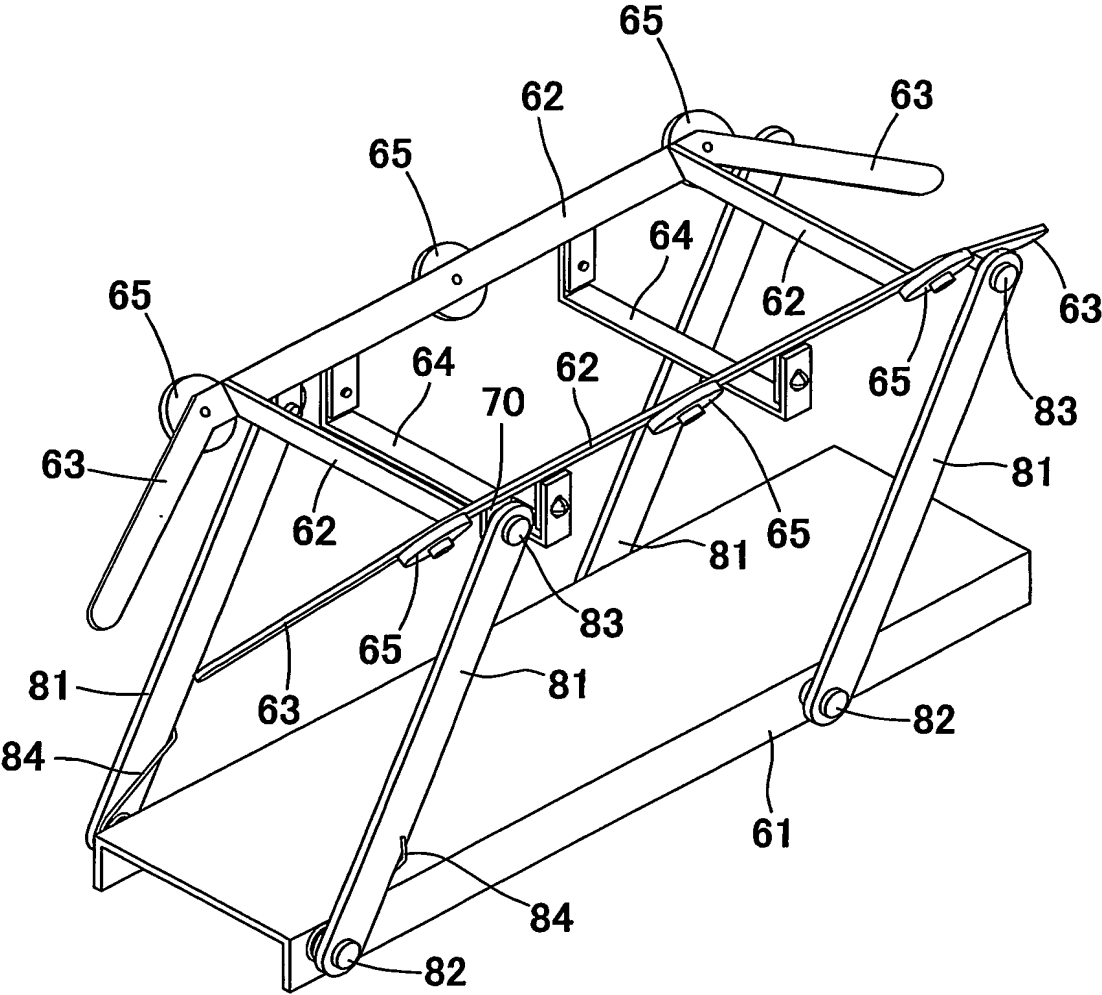


12/18

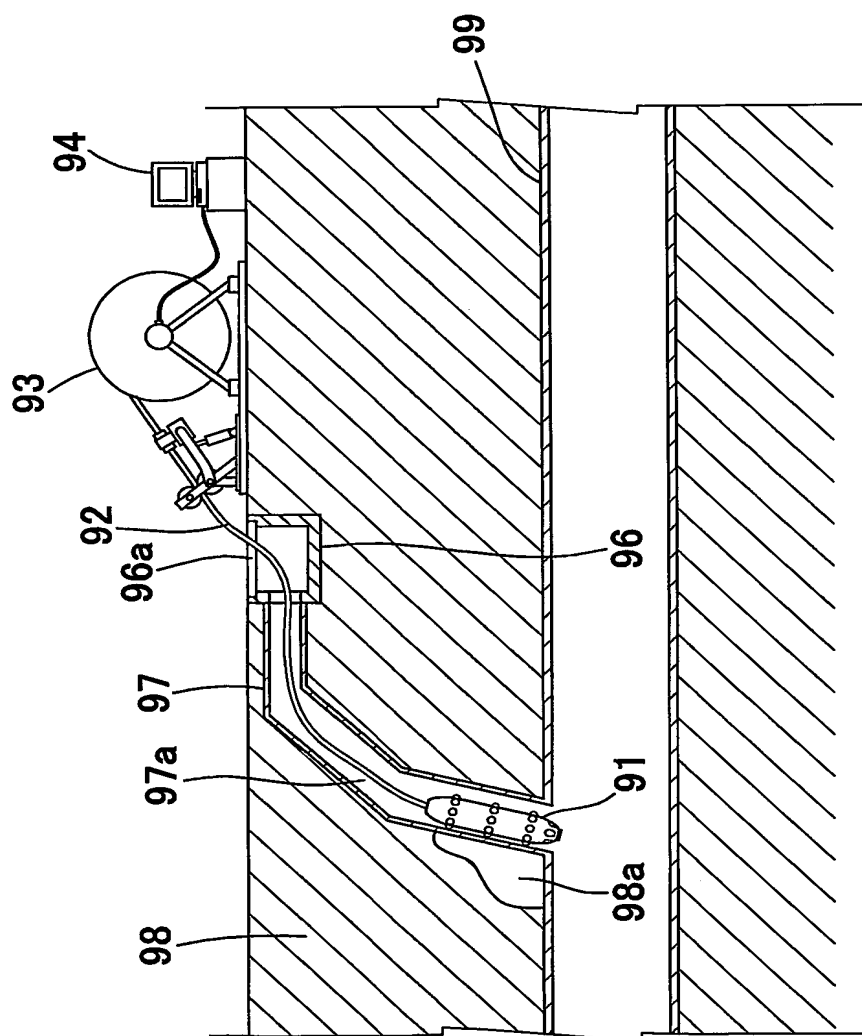
第 12 図



13/18
第 13 図

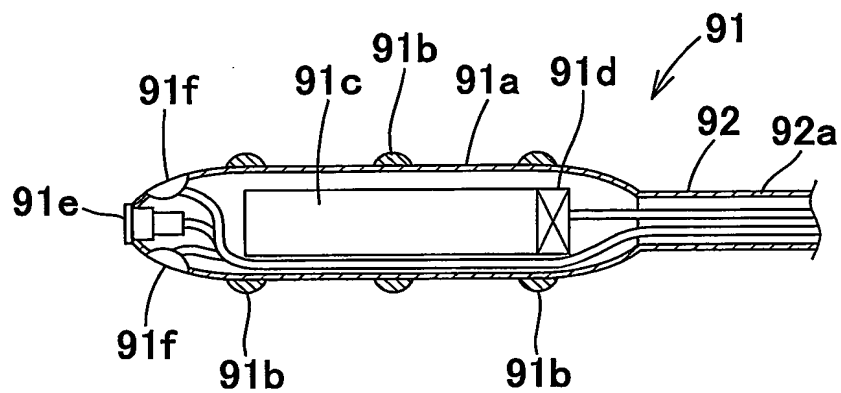


14/18
第 14 图

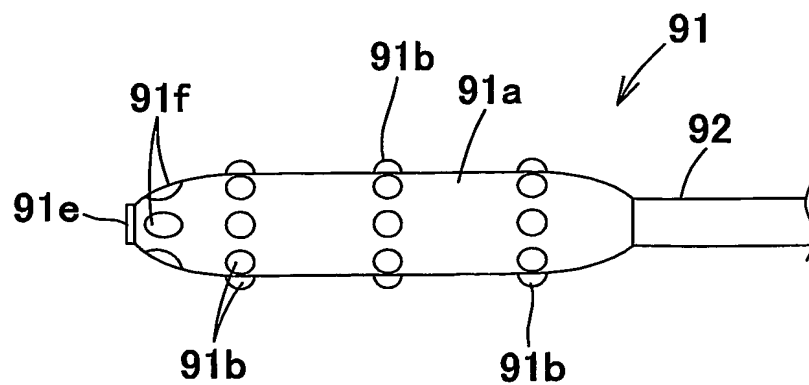


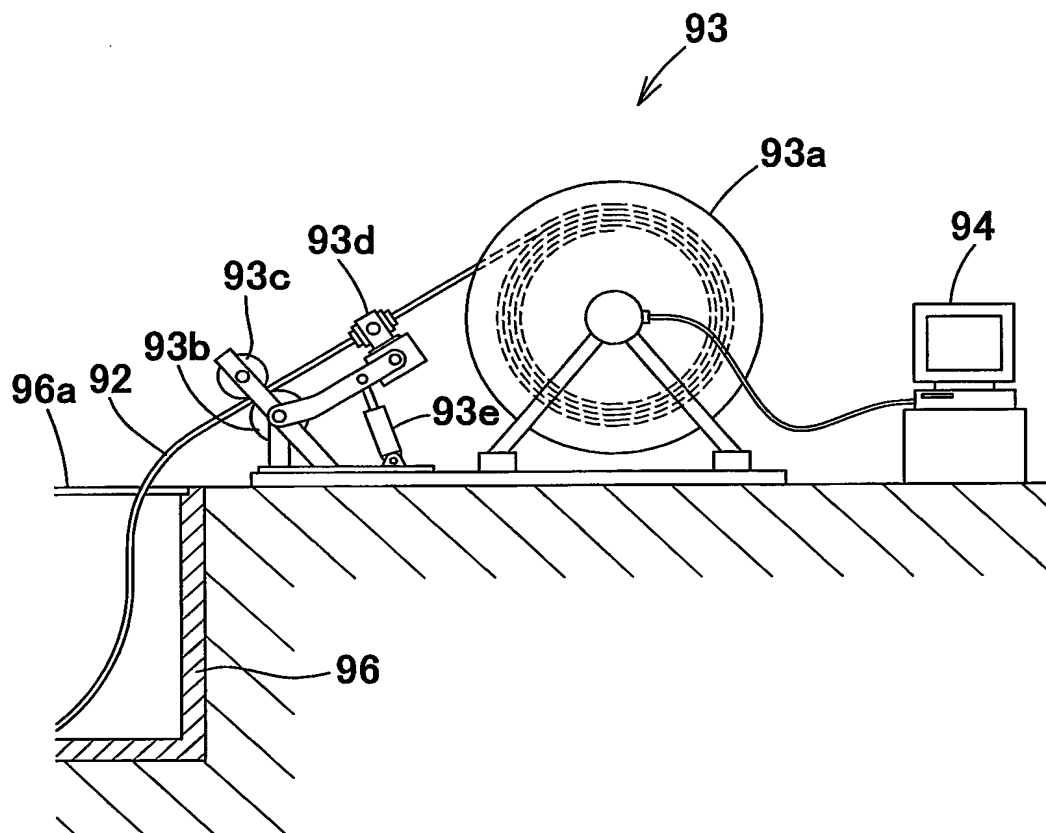
15/18

第 15 図



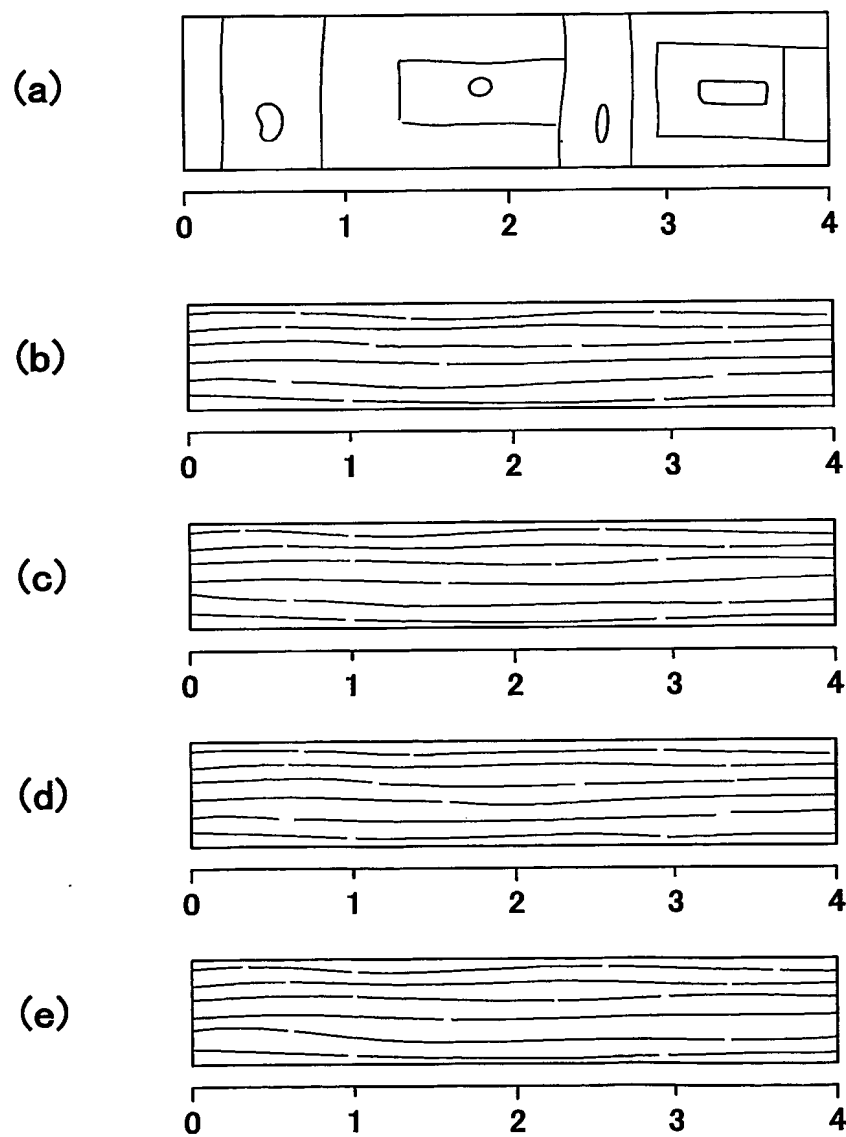
第 16 図



16/18
第 17 図

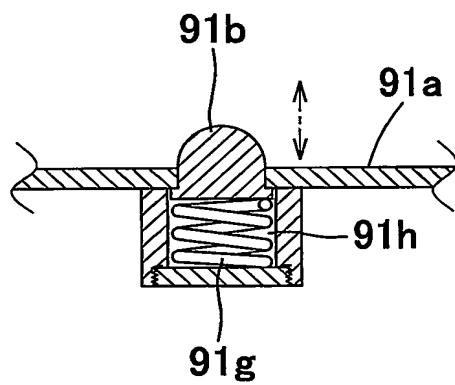
17/18

第 18 図



18/18

第 19 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/07376

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G01N22/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G01N22/00-22/04, G01S13/00-13/95, G01N21/84-21/958

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JOIS [MAISETSUKAN, KUDO, DENJIHA] (in Japanese)
 DIALOG [buried pipe, cavities, electromagnetic wave]

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 8-178907 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 12 July, 1996 (12.07.96), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1, 2 3, 6, 8-12, 14-16 7, 13
Y A	JP 3-235084 A (Katsutoshi SAKAI, Kabushiki Kaisha Iseki Kaihatsu Koki), 21 October, 1991 (21.10.91), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	3 1, 2, 6-16
Y	JP 10-2969 A (Fuji Chichu Joho Kabushiki Kaisha), 06 January, 1998 (06.01.98), Full text; Figs. 1 to 14 (Family: none)	3, 6, 8, 14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
 08 October, 2002 (08.10.02)

Date of mailing of the international search report
 29 October, 2002 (29.10.02)

Name and mailing address of the ISA/
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/07376

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 64-54216 A (NKK Corp.), 01 March, 1989 (01.03.89), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	9, 15
Y	JP 4-136703 A (NKK Corp.), 11 May, 1992 (11.05.92), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	9, 15
Y A	JP 2-59649 A (Kabushiki Kaisha Kido Gijutsu Kenkyusho, Kidoh Construction Co., Ltd.), 28 February, 1990 (28.02.90), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	10-12, 14-16 13
Y	JP 9-61421 A (Japan Sewage Works Agency, Kumagai Gumi Co., Ltd.), 07 March, 1997 (07.03.97), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	11
Y	JP 9-254782 A (Sapporo-shi, Sendai-shi, Chiba-shi), 30 September, 1997 (30.09.97), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	12
A	JP 7-311022 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 28 November, 1995 (28.11.95), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	7, 13
A	JP 7-35152 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 03 February, 1995 (03.02.95), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	7, 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/07376

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1-3 and 6-16 describe that an underground all around an underground pipe is inspected by rotating an antenna.

Claims 4 and 5 describe that the antenna is liftably held without installing an antenna rotating mechanism, and only an underground on the upper side of the underground pipe is inspected.

Claims 17-24 relate to a mechanism which does not rotate nor liftably hold the antenna, but moves a searching part itself.

Accordingly, this International Application does not relate to a group of inventions so linked as to form one invention or a single general inventive concept and, therefore, does not fulfill the requirements of unity of inventions.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-3 and 6-16.

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01N 22/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01N 22/00-22/04, G01S 13/00-13/95
G01N 21/84-21/958

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2002年
日本国登録実用新案公報	1994-2002年
日本国実用新案登録公報	1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JOIS [埋設管, 空洞, 電磁波]
DIALOG [buried pipe, cavities, electromagnetic wave]

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 8-178907 A (積水化学工業株式会社) 1996. 07. 12, 全文, 第1-5図 (ファミリーなし)	1, 2
Y		3, 6, 8-12, 14-16
A		7, 13
Y	JP 3-235084 A (酒井勝利, 株式会社イセキ開発工機) 1991. 10. 21, 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	3
A		1, 2, 6-16

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08. 10. 02

国際調査報告の発送日

29.10.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

樋口 宗彦



2W

3009

電話番号 03-3581-1101 内線 3290

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 10-2969 A (フジ地中情報株式会社) 1998. 01.06, 全文, 第1-14図 (ファミリーなし)	3, 6, 8, 14
Y	J P 64-54216 A (日本鋼管株式会社) 1989. 0 3.01, 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	9, 15
Y	J P 4-136703 A (日本鋼管株式会社) 1992. 0 5.11, 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	9, 15
Y	J P 2-59649 A (株式会社機動技術研究所, 機動建設 工業株式会社) 1990. 02. 28, 全文, 第1-5図 (ファミ リーなし)	10-12, 14-16
A		13
Y	J P 9-61421 A (日本下水道事業団, 株式会社熊谷 組) 1997. 03. 07, 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	11
Y	J P 9-254782 A (札幌市, 仙台市, 千葉市) 199 7.09.30, 全文, 第1-8図 (ファミリーなし)	12
A	J P 7-311022 A (日本電信電話株式会社) 199 5.11.28, 全文, 第1-7図 (ファミリーなし)	7, 13
A	J P 7-35152 A (日本電信電話株式会社) 1995. 02.03, 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	7, 13

第 I 欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第 1 ページの 2 の続き)

法第 8 条第 3 項 (PCT 17 条 (2) (a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であって PCT 規則 6.4(a) の第 2 文及び第 3 文の規定に従って記載されていない。

第 II 欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第 1 ページの 3 の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

区分 1. 請求の範囲 1-3, 6-16 は、アンテナを回動させることによって、埋設管の全周の地中内を検査するものである。

区分 2. 請求の範囲 4, 5 は、アンテナを回動する機構に替えて、アンテナを昇降可能に保持し、埋設管の上方の地中内のみを検査するものである。

区分 3. 請求の範囲 17-24 は、アンテナを回動させるものでも、昇降可能に保持するものでもなく、探査部自体を移動させる機構に関するものである。

したがって、この国際出願は、一の発明又は単一の一般的発明概念を形成するように連関している一群の発明に関するものではないので、単一性の要件を満たしていない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲 1-3, 6-16

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。